Zur Frage der Charakterisierung von Hautregionen aus der Struktur des Coriums

von

Walter Huk

aus Groß-Priesen

1967

1967 № 243

AUS DEM INSTITUT FÜR GERICHTLICHE MEDIZIN UND KRIMINALISTIK
der
UNIVERSITÄT ERLANGEN - NÜRNBERG
Direktor: Prof. Dr. Dr. E. Weinig

ZUR FRAGE DER CHARAKTERISIERUNG VON HAUTREGIONEN AUS DER STRUKTUR DES CORIUMS

INAUGURAL - DISSERTATION
zur
ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE
der
HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
der
FRIEDRICH-ALEXANDER-UNIVERSITÄT
zu
ERLANGEN-NÜRNBERG

vorgelegt von
W A L T E R H U K
aus Groß-Priesen

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan: Professor Dr. K.-G. Ober
Referent: Professor Dr. Gg. Schmidt
Korreferent: Professor Dr. Dr. E. Weinig

Tag der mündlichen Prüfung: 1. Juli 1967

Inhaltsangabe

Seite

Einleitung 2

Das Corium 3

Stratum papillare 4
Nicht bindegewebige Hauteinschlüsse 6
Stratum reticulare 8

Die bindegewebigen Bestandteile des Coriums 9

Die amorphe Grundsubstanz 9
Die elastischen Fasern 12
Die kollagenen und retikulären Fasern 17
(chemische und physikalische Eigenschaften sowie Mikrostruktur)
Die histologische Struktur des Kollagens 25

Eigene Untersuchungen 29

Material 29
Fixation 31
Schneiden 33
Einbetten 33
Färben 35
Histologische Untersuchungen und Ergebnisse 35
(mit vorhergehenden theoretischen Überlegungen zur Faserverteilung und ihrer Abhängigkeit von Alter und Funktion der Haut)

Strukturmerkmale der Lederhaut 40
Dicke des Coriums 41
Aussparungen für die Haarfollikel 41
Faserverlauf im Horizontalschnitt 44
Faserverlauf im Vertikalschnitt 48
Bündeldicke 53
Faserwellung 54

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535718_0032

	Seite
Ergebnisse der Untersuchungen an den einzelnen Regionen:	
Brust	57
Rücken	58
Abdomen	60
Gesäß	61
Leistenbeuge	63
Oberschenkel-Streckseite	64
Oberschenkel-Beugeseite	66
Kniekehle	67
Knie	69
Unterschenkel-Beugeseite	70
Unterschenkel-Streckseite	72
Fußrücken	74
Handrücken	75
Unterarm-Beugeseite	77
Unterarm-Streckseite	78
Ellenbeuge	80
Ellenbogen	81
Oberarm-Beugeseite	83
Oberarm-Streckseite	85
Achsel	86
Penis	88
Leistenhaut (Hand- und Fußflächen)	90
Diskussion der Ergebnisse	
Coriumdicke	92
Aussparungen für die Haarfollikel	92
Verlauf im Horizontalschnitt	100
Verlauf im Vertikalschnitt	105
Bündeldicke	106
Wellung	107
Altersunterschiede	108
Schlußbemerkung	109
Zusammenfassung	110
Literatur	115

Einleitung

Um aus Hautverletzungen Rückschlüsse auf ihre Ursache ziehen zu können, ist es notwendig, die Eigenschaften der Haut zu kennen. Im Rahmen von Untersuchungen, die über die mechanischen Eigenschaften der Haut angestellt wurden (48, 51, 52, 53), interessiert deshalb nicht zuletzt die Struktur des kollagenen Bindegewebes der Lederhaut, die, wie die Erfahrungen der Lederindustrie zeigen, Hauptträger dieser Eigenschaften ist.
Die Aufgabe dieser Arbeit ist es deshalb, das histomorphologische Bild des Coriums in seinen regionalen Unterschieden qualitativ und quantitativ zu beschreiben. Außerdem soll untersucht werden, ob und wie genau sich ein isoliertes Hautstück mit Hilfe charakteristischer Strukturen auf der Körperoberfläche lokalisieren läßt und ob Hinweise auf das Lebensalter möglich sind. Es könnten sich daraus für die gerichtliche Medizin bei der Aufklärung entsprechender Fälle wertvolle Hinweise ergeben.
Abgesehen von dem wohl seltenen Fall, daß ein isoliert aufgefundenes Hautstück seiner Herkunft nach bestimmt werden soll (z.B. Katastrophen - Identifizierung, Kapitalverbrechen mit Leichenbeseitigung), ist hier vor allem an mechanische Verletzungen der Haut zu denken. Das Bild einer Hautverletzung (Stich, Schnitt, Riß, Zerrung, Abschürfung, Ablederung u.ä.) ist einmal abhängig von der Art und Form des Werkzeuges und dem Mechanismus der Verletzung, zum anderen aber auch

von den mechanischen Eigenschaften der Haut, die von W e i n i g und Z i n k (48) genauer untersucht worden sind, und damit von der Struktur des Coriums, die sich - im Gegensatz zu R i s s e s (35) Ansicht - grob schon in dem Verlauf der Spaltlinien der Haut ausdrückt (23, 44). Mit anderen Worten :
Von der Hauttopik bzw. der Stärke und dem Flechtmuster ihrer Lederhautfasern hängt es neben untergeordneten und weiteren Bedingungen (Spannung, Alter, Feuchtigkeit u.a.) ab, wie eine Verletzung durch definierte Gewalteinwirkung ausfällt, oder : Gleich aussehende Hautverletzungen lassen bei verschiedener Faserstruktur einen unterschiedlichen Verletzungsmechanismus vermuten (19, 28).

Das C o r i u m, die Lederhaut, bildet den größten, zwischen Epidermis und Subcutis gelegenen Anteil der Gesamthaut. Es ist mesenchymaler Herkunft und baut sich im wesentlichen auf aus geformten Bestandteilen, den kollagenen und elastischen Fasern, und einer ungeformten Grundsubstanz (GS). Seine Aufgabe ist vor allem der mechanische Schutz und die Erwärmung der Körperoberfläche (21).
An nicht bindegewebigen Bestandteilen beherbergt es Blut- und Lymphgefäße, Nerven mit den dazugehörenden Sinnesorganen, Haarwurzeln mit Schweißdrüsen und glatten Muskeln (arrectores pilorum) und an manchen Stellen glatte und quergestreifte Muskulatur (43).

Das Corium wird allgemein einge-

teilt in ein Stratum papillare und ein Stratum reticulare (nach H o e p k e (14) auch Stratum subepitheliale bzw. Stratum subpapillare genannt).

Stratum papillare : Der Name Papillarschicht leitet sich her von den Coriumpapillen, die sich bei haarlosen Hautstellen an der Epidermisgrenze befinden. Er war ursprünglich nur zutreffend für die entsprechenden Verhältnisse der menschlichen Haut; er wird heute allgemein für den oberen Teil der Lederhaut gebraucht, auch dort, wo von Hautpapillen keine Rede sein kann (21).

Es ist offensichtlich, daß die papilläre Gestaltung der Oberhaut-Lederhautgrenze ein Charakteristikum der haararmen Stellen der Haut ist; so zeigen außer der Lippenhaut noch die Hautbedeckung der Nase, der Sohlenballen, ferner die innere Hautbedeckung (Schleimhaut des Mundes, des Magens usw.) eine derartige Papillenentwicklung. Man findet diese Gestaltung auch bei den haararmen Tieren (Schwein), am deutlichsten aber bei den ganz haarfreien Meeressäugern, wie etwa Delphin (21). Andererseits vermißt man die Papillenentwicklung in der menschlichen Haut, wenn man die behaarten Hautstellen untersucht. Es wurden deshalb vielfach andere Namen für diese Schicht vorgeschlagen, etwa Haarschicht oder Stratum pilosum, womit die Schicht bezeichnet wird, welche durch die Haarwurzeln charakterisiert ist (s.auch oben).

Aus diesem Zusammenhang heraus nimmt K ü n t z e l (21)

an, daß es sich bei den Epidermiszapfen um rudimentäre Haaranlagen handelt, die einen Funktionswandel erlitten haben, und nun zur Verzapfung der Epidermis mit der Lederhaut dienen.

Offenbar erfordert die unbehaarte und deswegen weniger geschützte Epidermis eine engere, durch ausgedehnte Grenzflächen bedingte Verbindung mit der Lederhaut, als die durch Haare geschützte bzw. durch Haare gewissermaßen festgehaltene, sehr viel dünnere Oberhaut der normalen Hautstellen.

Die Papillarschicht ist weiterhin charakterisiert durch eine feinere Faserstruktur, durch ein feineres und dichteres Gefäßnetz, durch größeren Zellreichtum und durch einen größeren Anteil an elastischen Fasern (41).

Das Relief der Papillarschicht läßt sich mehr oder weniger ausgeprägt an den rauten-oder dreiecksförmigen Felderungen erkennen, die der größte Teil der Hautoberfläche aufweist (40, 49). Die Leisten an den Handflächen und Fußsohlen verdienen besonderes Interesse. An diesen Stellen sind die zungen-, kegel- oder auch nur hügelförmigen Papillen gruppenweise oder einzeln in regelmäßigen Reihen hintereinander angeordnet, die durch größere Zwischenräume, in denen sich keine Papillen befinden, voneinander getrennt sind und dadurch die an der Oberfläche sichtbaren Leisten und Rinnen bilden (26).

Bei Vergleichen mit ähnlichen Stellen bei Tieren sehen wir entsprechende Formationen an den Fußballen bei

Hund und Katze, während bei den Vögeln (untersucht wurden Huhn und Pute) die Papillen nicht in Reihen zusammenstehen, sondern die Cutis rundliche inselförmige Erhebungen bildet, auf denen die Papillen sitzen (26).

Die nicht bindegewebigen Hauteinschlüsse: Da die oben angeführten nicht bindegewebigen Hautbestandteile hauptsächlich in der Papillarschicht zu finden sind, sollen sie an dieser Stelle abgehandelt werden.
Einen nicht geringen Anteil an dem strukturellen Aufbau der Papillarschicht hat das Blutgefäßsystem des Coriums. Der Blutkreislauf der Haut, in der Hauptsache also der Papillarschicht, hat nicht nur die Aufgabe der Ernährung der Haut und ihrer Anhangsgebilde, sondern auch der Regulation der Körpertemperatur durch Steuerung der Wärmeabgabe.
Von den ausgeprägten, mit starken Elastinwänden versehenen Gefäßen an der Unterhautgrenze steigen Abzweigungen auf, die die Retikularschicht durchsetzen und das enge Gefäßnetz der Papillarschicht versorgen. Von dort steigen nun kleine Arterien auf, um die einzelnen Organe der Haut mit Kapillarschlingen zu umspinnen, und zwar werden die einzelnen Organe unabhängig voneinander durch besondere Arterienäste versorgt. So kann man Kapillargebiete unterscheiden für die Haare mit Haarwurzeln und Haarbalgdrüsen, für die Schweißdrüsen und für die Epidermisgrenze. Die Gefäße für die Epidermisgrenze lösen sich dort in zahlreiche

dünnwandige Kapillaren auf, von denen einzelne haarnadelartig gebogen in den Papillen bis zu deren Spitze aufsteigen. Mit der Feinheit der Aufteilung der Gefäße nimmt auch deren Wandstärke ab; die Endkapillaren lassen keine Umspinnung mit elastischen Fasern mehr erkennen (21).

Das N e r v e n g e w e b e ist strukturell von geringerer Bedeutung. Die Nerven treten als Begleiter der Hautblutgefäße in die Haut hinein und verteilen sich in ihr etwa in der gleichen Weise wie die Blutgefäße. Die Ausläufer der Nervenfasern gelangen in äußerst feinen Verästelungen bis in das Epithel der Oberhaut hinein (21).

Über die Haare und deren Mukeln wird wegen der großen konstruktiven Bedeutung für den Aufbau der Haut noch an anderer Stelle ausführlich berichtet werden.

Als weitere nicht bindegewebige Bestandteile des Coriums sind noch zu erwähnen die Tastkörperchen, die besonders dicht stehen an der Hohlhand, an den Fingerspitzen und an den Fußsohlen, sowie die Drüsen der Haut, die Talg- und Schweißdrüsen. Die Talgdrüsen sind mit den Haaren über den ganzen Körper verteilt und fehlen nur, wie diese, am Handteller und an der Fußsohle. Die Grösse der Talgdrüsen schwankt zwischen 0,2 und 2,2 mm Durchmesser; besonders groß sind sie in der Haut der Nase.

Bei den Schweißdrüsen unterscheidet man kleine ekkrine, die über die ganze Haut verbreitet sind und größere

apokrine, zu denen die großen Pakete der Achselhöhle gehören, die Glandulae alveolares des Warzenhofes, die circumanalen Drüsen, die Drüsen des Vestibulum vaginae, im Vestibulum nasi, im Ohr und am Augenlid (26).

Stratum reticulare: Während das Stratum papillare vorwiegend dazu eingerichtet ist, die vitalen Funktionen der Oberhaut zu unterhalten, besteht die Aufgabe des Stratum reticulare darin, der Haut mechanische Festigkeit zu verleihen. Ihm fehlen deshalb weitgehend die nicht bindegewebigen Hautanhangsgebilde, man findet kaum Zellen und relativ weniger elastische Fasern (21).

Zwischen den feineren kollagenen Strukturen der Papillarschicht und den gröberen Strukturen der Retikularschicht gibt es keine scharfe Trennung. Beide gehen fließend ineinander über und unterscheiden sich vor allem in der Dicke ihrer Fasern, die auch innerhalb der Retikularschicht zur Subcutis hin noch zunimmt.

Die Grenze zur Subcutis hin ist nicht wie die Corium-Epidermisgrenze membranartig scharf; sie ist nicht genau festzulegen: Faserbündel aus dem Corium ziehen als sog. retinacula cutis in breiten Bändern bis tief in das subcutane Fettgewebe hinein und gliedern es in verschieden große Läppchen auf.

Die bindegewebigen Bestandteile des Coriums:

Dazu gehören: 1. die amorphe Grundsubstanz (GS)
2. die elastischen Fasern
3. als wichtigste die kollagenen und retikulären Fasern

Die amorphe Grundsubstanz: N e m e t s c h e k (29) definiert die GS als aus gallertigen, hochmolekularen Substanzen oder Substanzgruppen bestehend, die auf Grund ihrer physikalisch-chemischen Eigenschaften zelluläre und faserige Bestandteile des Bindegewebes gewissermaßen miteinander verkitten und die Speicherung von Gewebsflüssigkeit ermöglichen. Neben einer Reihe von unbekannten Eiweißkörpern gehören zu dieser uneinheitlichen GS die Mucopolysaccharide (MPS), vor allem die Chondroitinschwefelsäure, und die Hyaluronsäure. Diese Polysaccharide scheinen aus gleichen Grundeinheiten aufgebaut, können aber als Moleküle unterschiedlicher Kettenlänge nebeneinander vorkommen, weswegen die Identifizierung und Gewinnung einheitlicher Verbindungen große Schwierigkeiten bereitet. Morphologisch lassen sich diese Substanzen auch mit Hilfe des Elektronenmikroskops nicht näher erfassen, da sie aus feinsten Fadenmolekülen aufgebaut sind, die in einem vollkommen ungeordneten Zustand vorliegen (29).

Die Funktionen der GS sind vielgestaltig. Die wichtigste unter ihren Aufgaben, wie Widerstand gegenüber fremdem Material, Barrierefunk-

tion, stabilisierende Wirkung, Stoff- und Ionenaustausch, ist die Erhaltung der Elastizität des Hautbindegewebes. Für diese Aufgabe ist die Viscosität der GS von ausschlaggebender Bedeutung (36). Man muß sich vorstellen, daß die GS im straffen Bindegewebe in erster Linie eine Gleitfunktion hat, d.h. sie garantiert die Verschieblichkeit der Fasern bzw. der orientierten Makromoleküle (18) gegeneinander. Die Viscosität der GS ist abhängig vom Polymerisationsgrad der Polysaccharide, der seinerseits beeinflußt wird von verschiedenen Faktoren. So ist es aufgefallen, daß die Menge der GS und ihre Viscosität in direkter Abhängigkeit von der Art der Gewebe und deren Gefäßversorgung stehen.

Nach der Meinung von S c h a l l o c k (36) scheinen zur Polymerisation der Polysaccharide bzw. zur Verfestigung der GS mit nachfolgender Faserbildung reduzierende Substanzen notwendig zu sein, und Veränderungen der Durchblutung im Zusammenhang mit mechanischen Faktoren seien für einen besonderen Polymerisationsgrad der GS mit Viscositätsveränderungen verantwortlich. Es sei auf die Untersuchungen von M e m m e s h e i m e r hingewiesen, der nach lokalen Massagen Veränderungen an der GS und am Bindegewebe feststellen konnte (36). Zu einem Teil ist die Viscosität abhängig von dem gebundenen Wasser; freies Wasser ist in der GS nicht vorhanden (36).

Die Permeabilität der GS, d.h. die Durchlässigkeit

der Haut ist in erster Linie eine Funktion der Hyaluronsäure. Sie wird gesteigert bei Vorbehandlung der Haut mit Hyaluronidase, einem Enzym, das MPS auflöst bzw. depolymerisiert. Die MPS spielen ferner eine wichtige Rolle als Ionenaustauscher, eine Eigenschaft, die z.B. für die Anlagerung von Ca- Salzen verantwortlich ist.

Untersuchungen an heilenden Wunden haben ergeben, daß dem gesteigerten Stoffwechsel dieser MPS ein besonders reger Sulfataustausch parallel geht. Mit markiertem S^{35} konnte weiterhin wahrscheinlich gemacht werden, daß diese Substanzen einem regen Auf- und Abbau unterliegen und in Bindegewebszellen aufgebaut werden (29).

Die Rolle des Vitamin C konnte am gestörten Sulfathaushalt skorbutischer Tiere nachgewiesen werden. Es zeigte sich, daß die Bildung von kollagenen Fibrillen und damit die Wundheilung erst nach Injektion von Ascorbinsäure einsetzt (26).

Auch der Einfluß von Hormonen, vor allem des Cortison auf den Stoffwechsel der GS ist untersucht worden und soll bei der Wundheilung hinderlich sein (26).

Inwieweit Alterungsvorgänge an der Haut in einer einfachen Abhängigkeit von der GS stehen, ist nicht bekannt. Da bis jetzt für die Alterung der Haut verantwortliche Stoffe nicht nachgewiesen werden konnten, wäre es denkbar, daß die Alterung der Haut von dem Polymerisationsgrad der GS abhängig ist, wobei even-

tuell zu beobachtende Zunahme von bestimmten Ionen in den Polymerisaten oder von Fettsubstanzen als sekundäre Absorptionsphänomene zu werten sind. Nimmt die Viscosität so stark zu, daß eine feste Masse an Stelle der GS zwischen den Fasern gelegen ist, so ist die Dehnbarkeit auf ein Minimum reduziert (4, 27).

Die elastischen Fasern: Die elastischen Fasern kommen in der Haut hauptsächlich in der Papillarschicht vor; doch enthält auch das übrige Hautgewebe ein feines Netz von elastischen Fasern, welche die Verbindung zwischen den genannten Hauptausbildungszonen bilden (21). Das Vorkommen der elastischen Fasern in der Papillarschicht steht in engem Zusammenhang mit den Haaren und Haarwurzeln. Um die Haare herum bilden die Fasern ein dichtes Gitter von zumeist längsverlaufenden, parallel angeordneten Einzelfasern, um die sich wiederum eine Lage mehr ringförmig verlaufender Fasern anordnet (siehe Abb. 1)

Beide Faserlagen sind an einzelnen Stellen miteinander verwachsen, sodaß sie um den bindegewebigen Haarbalg ein Elastingitter bilden, von dem nach allen Seiten in vielfacher Verzweigung Ausläufer ausgehen, die in die gleichartig gebauten Gitter der benachbarten Haarbälge einmünden. Der Verlauf der Elastinfasern zwischen den Haarbälgen ist im wesentlichen parallel zur Oberfläche. Dieses System von Elastinfasern ist am stärksten im mittleren Drittel der Haarbälge ausgebildet (21) (s. Abb. 2)

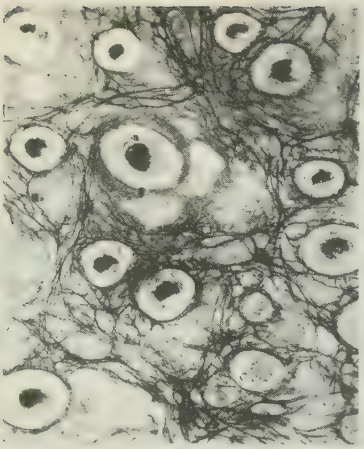


Abb. 1 : Horizontalschnitt durch Ochsenhaut. Die Abb. zeigt den Verlauf der elastischen Fasern in der mittleren Höhe der Haarwurzeln.
(Paraffin, Elastinfärbung nach W e i g e r t; Vergr. 78,24 x H.G. T u r l e y (1) K ü n t z e l (21)

Die Einrichtung dieses Elastingerüsts hat offenbar den Sinn, die Papillarschicht zu versteifen und zu bewirken, daß die Haare nach äußeren Einwirkungen in die ursprüngliche Lage zurückkehren. Beim Ausfall eines Haares bewirkt das Elastingitter, daß sich das Haarloch schließt (21).

Auch die Wirkung der Haarmuskeln ist nur im Zusammenhang mit dem elastischen Fasernetz verständlich. Die Haarmuskeln gehen von dem durch das Elastingitter versteiften bindegewebigen Haarbalg aus und münden am anderen Ende in das kollagene Fasersystem der oberen Papillarschicht, das wiederum durch ein Elastinnetz versteift ist. Auch an den Schweißdrüsen bilden die elastischen Fasern eine gitterartige Versteifung des Bindegewebes, das dem Drüsensack unmittelbar anliegt. Da die Drüsenwand auch Muskelzellen besitzt, die bei der Entleerung der Drüse in Funktion treten, so dürfte hier eine ähnliche Beziehung zwischen der Kontraktionswirkung der Muskelzellen und der Federwirkung des Elastingitters

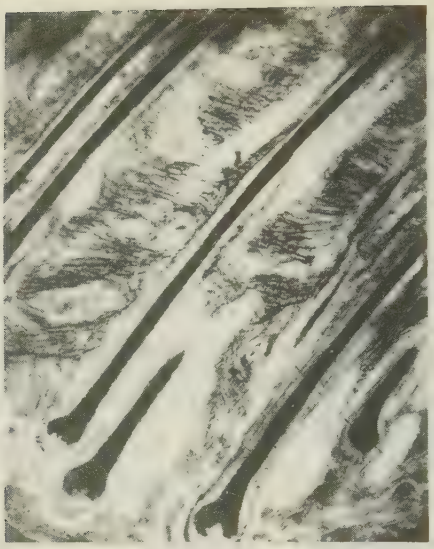


Abb.2:Elastische Fasern in der Narbenschicht d.Ochsenhaut. Paraffin,Fbg. n. W e i g e r t. Vergr. 26,2x; H.G. T u r l e y(21)

bestehen wie beim Haarmuskel (21).

Außerdem kommt das Elastin in den Blutgefäßen vor, welche die Haut durchsetzen; dort bildet es homogene oder feinstreifige Membranen, die von verschieden großen Löchern durchbrochen sind, sog. gefensterte Membranen.

Das Elastin außerhalb der Blutgefäße besteht aus vielfach verzweigten Einzelfasern, die untereinander zusammenhängen und ein weitmaschiges dreidimensionales Netz bilden, das einem in sich geschlossenen Pilzmycel gleicht (21).

Die einzelne elastische Faser ist nicht fibrillär aufgebaut, wie die kollagene Faser, sondern homogen und hat selbst den Charakter einer Fibrille, jedoch mit dem Unterschied zur kollagenen Fibrille, daß sie in verschiedener Dicke auftreten kann - von unmeßbaren Einheiten bis zu 10 Mikron. Elastische Fasern können sich verzweigen, wobei die Äste so dick sein können wie der Stamm, während bei der kollagenen Faser stets nur parallel verlaufende Fibrillen ausein-

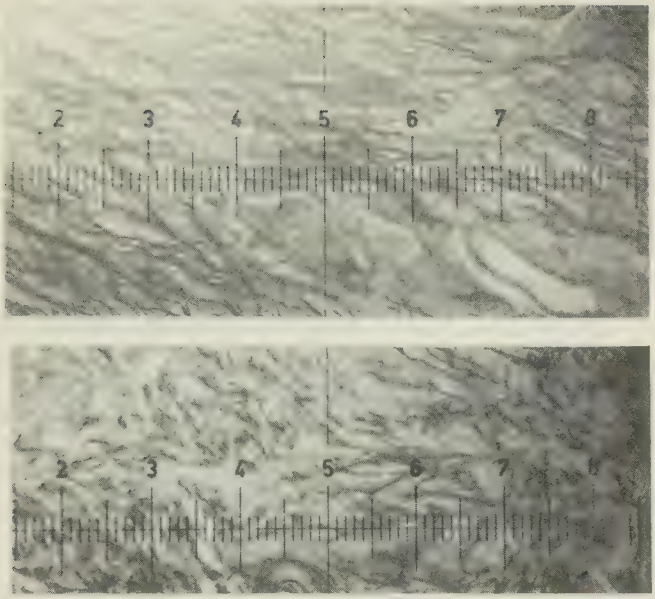


Abb. 3 u. 4: Horizontalschnitt (3) u. Vertikalschnitt (4) durch Achselhaut. Elastinfbg. n. W e i g e r t.
1 Teilstrich entspricht 0,012 mm (Text s. auch S. 45)

anderweichen, sodaß die Tochterfasern immer dünner sind als die Stammfasern.

Die elastischen Fasern sind im entspannten Zustand nicht doppelbrechend, dehnt man sie aber, so werden sie anisotrop. Man schließt daraus, daß die elastischen Fasern aus Fadenmolekülen bestehen, die erst durch den Zug ausgerichtet werden. Die reversible Dehnbarkeit der elastischen Fasern beträgt über 250 % (21), wobei die Maximalwerte dicht an der Zerreißgrenze liegen.

Es muß angenommen werden, daß sich die elastischen Fasern im natürlichen Zusammenhang mit ihrer Umgebung

stets in gespanntem Zustand befinden; gewellte Fasern sind deshalb als Kunstprodukt zu betrachten. Zur Corium-Epidermisgrenze hin nimmt die Dichte der elastischen Fasern deutlich ab. Trotzdem lassen sich einzelne Fasern bis dicht an die Coriumgrenze verfolgen, wo sie senkrecht zu ihr in feinen Spitzen endigen, ohne jedoch mit den Protoplasmafasern, die von der sog. Basalmembran bzw. den ihr aufsitzenden Zellen ausgehen, in Verbindung zu stehen. In der eigentlichen Narbenmembran spielen also die elastischen Fasern nur eine sehr untergeordnete Rolle (21).

Die Entstehung der elastischen Fasern:

L e d o u x - C o r b o u s i e r (24) spricht von einer direkten und einer indirekten Synthese der elastischen Fasern.

Bei der direkten Synthese entstehen die elastischen Fasern zusammen mit den kollagenen Fasern aus einer gemeinsamen Vorstufe, die von einer Zelle, dem Fibroblasten produziert wird.

Bei der indirekten Synthese entstehen die elastischen Fasern durch Transformation aus den kollagenen Fasern; das ist der Fall im Alter und bei gewissen pathologischen Mechanismen der Elastogenese, wie z.B. Ehlers-Danlos Syndrom und Cutis laxa (6, 17, 20, 50). Beim Embryo erscheinen die elastischen Fasern später als die kollagenen und retikulären Fasern. Ihre Entstehung ist nicht bei der Geburt beendet, denn es bilden sich auch danach noch elastische Fasern um die Hautanhangsgebilde.

Diese Synthese ist indirekt, während beim Embryo eine direkte Faserbildung erfolgt.

Die kollagenen Fasern: Zuvor ein Wort zu den sog. retikulären Fasern. Man nahm lange an, daß es außer den kollagenen und elastischen Fasern noch ein drittes geformtes Strukturelement des Coriums gibt, das aus einem besonderen Protein, dem Retikulin, bestünde, welches sich in seinen Eigenschaften vom Kollagen und Elastin unterscheidet.

Derartige Retikulinfasern findet man als lockeres Bindegewebe zwischen den Fasern der Lederhaut, sehr zahlreich sind sie in der Papillarschicht, vor allem um die Hautanhangsgebilde, die sie in feinen Netzen umspinnen (27). Als Hüllgewebe um die kollagenen Fasern, das man in Hautschnitten nur bemerkt, wenn das Gewebe entwässert ist, stellt es die Ursache dafür dar, daß es nicht gelingt eine Hautfaser mit Hilfe von Nadeln zu zerzupfen, weil die auseinandergezogenen Fibrillen sich sofort wieder, wie von einer inneren Feder gezogen, zusammenschließen. K ü n t z e l und S e i t z konnten jedoch zeigen, daß auch die Retikulinfasern aus Kollagen bestehen. Elektronenmikroskopische Untersuchungen ergaben, daß kein morphologischer Unterschied zwischen kollagenem und retikulärem Gewebe besteht; ebenso entsprechen sich die Röntgendispersionskurven der beiden Gewebe. Weiterhin ergibt sich, daß die Retikulinfasern, die ein Drittel bis einhalb so dünn sind wie die kollagenen Fasern (27) mit dem Alter in zunehmendem Maße

durch dicke kollagene Fasern ersetzt werden; die ersten Fasern, die bei der Wundheilung auftreten und die retikuläre Eigenschaften haben, werden im weiteren Verlauf der Heilung durch kollagene Fasern ersetzt oder in sie umgewandelt; in der Feinstruktur scheinen die Retikulinfasern oft aus den Enden der kollagenen Fasern hervorzugehen (27).

Hinzu kommt die Ähnlichkeit ihrer physikalischen und chemischen Eigenschaften. Geringe Unterschiede liegen in der Färbbarkeit und im Aufbau. So färben sich retikuläre Fasern mit den meisten Bindegewebsfarben kaum oder überhaupt nicht, während sie sich mit sauren Anilinfarben wie kollagene Fasern färben. Chromatographische Analysen führten zu dem Ergebnis, daß in Retikulinfasern Galaktose, Glucose und Mannose in relativ hoher, Fucose in etwas niedrigerer Konzentration vorliegen; in kollagenen Fasern sind diese vier Zucker in weit geringeren Anteilen vertreten (27).

All diese Tatsachen lassen den Schluß zu, daß die Retikulinfasern Vorläufer der kollagenen Fasern sind und daß ihre Gegenwart gewissermaßen einen Primitivzustand des Bindegewebes darstellt.

Die kollagenen Faser machen die Hauptmasse des Bindegewebes der Lederhaut aus. Chemisch bestehen sie zu 75 % aus Wasser und zu 25 % aus Skleroproteinen (3). Die Struktur dieser Proteine ist heute dahingehend geklärt, daß Aminosäureketten mit etwa 27 % Prolin- und 33 % Glycingehalt in Fibrocyten entstehen und dann im

extrazellulären Raum gereift werden. Dabei werden bei Menschen und Säugetieren 13 % des Prolins zu Hydroxyprolin. Das ist deshalb interessant, weil G u s t a v s o n (10, 11) darauf hingewiesen hat, daß der Gehalt an Hydroxyprolin im Kollagen einer Tierart die Stabilität desselben bestimmt. Je niedriger der Gehalt, bei desto geringerer Temperatur tritt die Wärmedenaturierung ein. Bei Kaltblütern ist er viel geringer als bei Warmblütern, z.B. Kabeljau mit 6 % Hydroxyprolin bei 40°C Denaturierungstemperatur gegen 13 % und 65°C beim Rind (10, 11).

Eine weitere Verschiebung der Hydroxyprolin - Prolin-Verteilung zugunsten des Hydroxyprolins wird durch das Alter herbeigeführt (1, 37, 46).

Aus dem Verhältnis der Aminosäuren vermutete man, daß das Kollagen und sein Kochprodukt, die Gelatine, aus sich wiederholenden Einheiten aufgebaut seien, wie Prolin-Glycin-R, wobei R eine von den anderen noch im Molekül vorhandenen Aminosäuren ist. Dieser Feinbau hat, wie noch gezeigt wird, Einfluß auf die Mikrostruktur der Kollagenfibrillen.

Die Proteine des Kollagens sind verdaulich in saurem Pepsin und in Trypsinlösungen, jedoch nur, solange die Faser jung ist; ältere Fasern sind gegenüber der Trypsinverdauung resistent und zeigen Doppelbrechung (13), was man auf physikalisch-chemische Veränderungen in der Peptidkette zurückführen zu können glaubt. Unter dem Elektronenmikroskop haben jedoch alte und junge

Fasern dieselbe Struktur und die Polypeptidketten werden unverändert gefunden.

Die kollagenen Fasern sind keine homogenen Gebilde wie die elastischen Fasern, sondern sie sind Bündel parallel gerichteter Fibrillen, die selbst aus noch kleineren Einheiten, den Elementar- oder Protofibrillen aufgebaut sind. Die Dicke der Fasern kann in einem Organismus große Unterschiede aufweisen, von 100 A bis 3000 A (7, 9, 22, 29). Mit Hilfe geeigneter Methoden wurde versucht, diese Fibrillen weiter in ihre Untereinheiten aufzuteilen und zu messen. Es ergab sich zunächst für die parallelverlaufenden Längselemente eine nicht genauer bestimmbare Länge von 1500 A und eine Breite von etwa 30 A. Da jedoch eine Übereinanderprojektion nicht zu vermeiden war, wurde durch physikalisch-chemische Methoden und auf röntgenographischem Wege als Breite der möglichen Bauelemente des Kollagens 12 - 17 A ermittelt, als ihre Länge etwa 2000 A (29). Im Elektronenmikroskop erkennt man außer

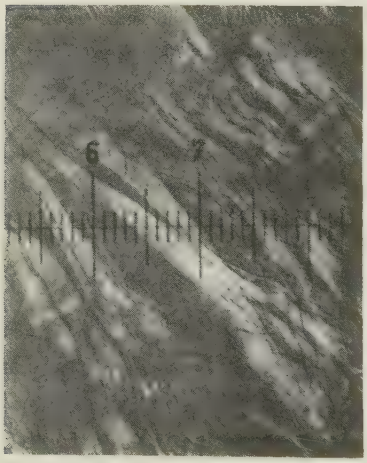


Abb. 5: Kollagene Fasern des menschlichen Coriums. Gefrierschnitt in Eukitt eingebettet. 1 Teilstrich entspricht 0,012 mm

der Längsstreifung auch eine für die kollagenen Fasern charakteristische Querstreifung. Wenn die Fasern aufgebrochen oder gequollen sind, geben sie das Bild eines aufgefaserten Garnes, das in immer feinere Fäserchen zerfällt. Diese Fäserchen scheinen in ihrer ganzen Länge perlschnurartig aus abwechselnd hellen und dunklen Scheiben zusammengesetzt. Die Scheibchen fol-

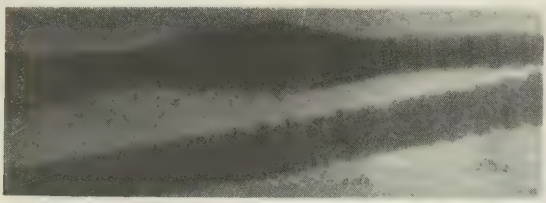


Abb. 6: Kollagenfibrillen aus Rattenschwanzsehne mit 0,5 % PWS behandelt, auf Objektträgerblende bei 30 bis 65°C 15 min Einwirkung von 0,01 n CH_3COOH Längsaufteilung in Elementarfibrillen (21)

gen einander in regelmäßigen Abständen von 640 - 700 A. Zwischen diesen Banden (27) befinden sich eine Anzahl Unterbande von charakteristischer Dichte und Lage. N e m e t s c h e k (29) führt das Beispiel einer solchen in 13 Einzelstreifen unterteilten Periode an, deren schmalste helle und dunkle Streifen in Richtung der Faser nur 15 A messen (s. Abb. 6). Derartige Strukturen zeigt das Kollagen aller Säugetiere. Um Bilder wie Abb. 6 zu erhalten, ist jedoch eine bestimmte Vorbehandlung des nativen Kollagens notwendig, wofür sich besonders die PWS (Phosphorwolframsäure) eignet.

Diese über die ganze Faserbreite verlaufende Querstreifung wird damit erklärt, daß die benachbarten Bauelemente der Fasern, die sich über mehrere Banden erstrecken können - nach G r a s s m a n n bei einer Bandenlänge von 650 A und einer Fibrillenlänge von 2600 A - 2800 A über vier Banden bei einer Verschiebung der Fibrillen zueinander um jeweils ein Viertel ihrer Länge, ähnlich dem Ziegelsteinverband einer Mauer - mit optisch dichteren bzw. dünneren Phasen aneinanderliegen (7, 27). Wie auf der Schemazeichnung

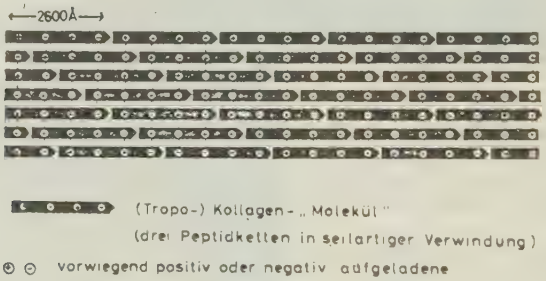


Abb. 7 : Zusammenhalt der Fibrillen durch Viertelverschiebung und elektrostatische Anziehung der Protofibrillen (7).

zu erkennen ist, wird diese Struktur eng mit der Verteilung der elektrischen Ladungen, oder chemisch ausgedrückt, der sauren und basischen Gruppen im Kollagenmakromolekül, verknüpft. Über den Aufbau der Makromoleküle des Kollagens gibt auch die Röntgendispersionskurve einigen Aufschluß. Die dabei gewonnenen Beugungsdiagramme lassen die Deutung zu, daß es sich bei den Makromolekülen (Tropokollagen, Protofibrille u.ä.) um jeweils drei seilartig miteinander verbundene Poly-

peptidketten handelt. Drei dieser Protofibrillen bilden einen Kern, um den sich, vergleichbar dem Dickenwachstum des Baumes, immer wieder neue Schichten von Protofibrillen anlagern (7, 8). Eine ähnliche Beschreibung dieser Verhältnisse liefert V e r z a r (47).

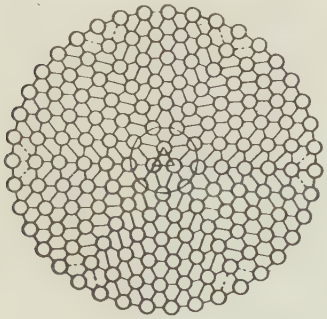


Abb.8 : Anordnung der Protofibrillen in einem Kollagenfibrill. (G.N. Ramachandran u. V.Sasisekharan bei W.Grassmann) Ein Kreis entspricht einer Protofibrille, bestehend aus drei seilartig verwundenen Molekülketten (7).

Bei dem Problem der Entstehung der kollagenen Fasern stand man vor allem vor der Frage, ob die Fasern von den Bindegewebszellen gebildet werden, oder ob sie ohne deren Hilfe entstehen. Auf der einen Seite glaubte man, daß das faserige Gewebe sich aus Plasmaklumpen forme, durch einfache mechanische Faktoren, ohne irgendeine zelluläre Aktion, während andere den fibrillenformenden Prozess als das Ergebnis eines direkten Zusammenspiels von Zellen und Interzellularsubstanz ansahen (3, 25). Für beide Möglichkeiten sind kräftige Argumente vorgebracht worden. Physikalisch-chemische Untersuchungen führten zu der Annahme, daß die kollagene Faser durch Umwandlung der kollagenen GS von einem Sol in ein Gel entstehen kann. 1932 schon wies G a n s (3) darauf hin, daß bei diesem Vorgang sich höchstwahrscheinlich nicht echte chemische Reaktionen

sondern physikalisch-chemische Zustandsänderungen abspielen. Weitere Stützen für die Theorie der extrazellulären Entstehung der kollagenen Fasern sind die Möglichkeit der rein chemischen Darstellbarkeit von kollagenen Fasern aus Peptidketten in vitro, das Verhalten von kollagenen Fasern gegenüber sauren und basischen Reagenzien, sowie die durch Elektronenmikroskop, Röntgendiagramm und die Tatsache der Doppelbrechung bewiesene raumgitterartige Struktur der Fasern, ähnlich der Elementarstruktur unregelmäßiger Kristalle (29). Dem steht die Beobachtung entgegen, daß eine Einschränkung des Wachstums der Fibroblasten in vitro auch das Wachstum von kollagenen Fasern stoppt; desgleichen die Feststellung, daß während der Wundheilung, kurz bevor eine rasche Faserbildung einsetzt, die Fibroblasten zahlreiche strahlenbrechende Granula ansetzen oder ihre Oberfläche mit bläschenähnlichen Gebilden bedecken, deren Sekretion mit der Faserbildung in Beziehung gebracht werden kann (27).

P o r t e r und P a p p a s (1950) haben gezeigt, daß sich die kollagenen Fasern in engem Kontakt mit der Oberfläche der Fibroblasten formen; die "Keime" der späteren Fasern organisieren oder polymerisieren sich aus einem Material, das sich an der Oberfläche der Fibroblasten befindet. Die Oberfläche der Zellen ist also die erste Station der Faserbildung (27). Das Material für die "Keime" (Tropokollagen) stammt aus den Fibroblasten (45), an deren Oberfläche es zu den "Keimen"

polymerisiert; diese werden von der Zelloberfläche abgeschieden und wachsen im Interzellularraum mit Material aus der GS weiter. Die Polymerisation wird induziert von Enzymen, die sich an der Zelloberfläche bzw. an den geformten, abgeschiedenen Fibrillen befinden (3).

Aber auch diese heute gültige Erklärung des Ablaufs der Faserbildung läßt noch keine lückenlose Beschreibung dieser Vorgänge zu (31, 34).

Die histologische Struktur des Kollagens:

Die Anordnung der kollagenen Fasern im Corium kann man in etwa vergleichen mit einem Netz, Filz oder Gewebe. Da man keine freien Faserenden finden kann und

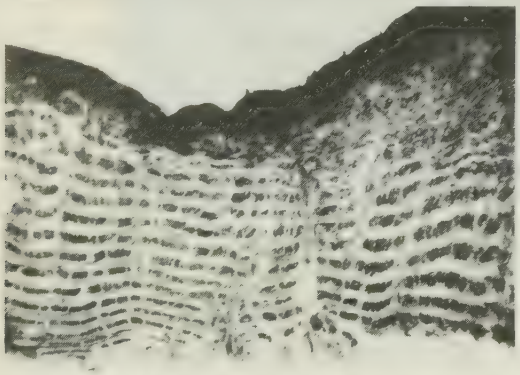


Abb. 9 : Querschnitt durch Ochsenfroschleder. (Vergr. 28 mal) (K ü n t z e l)

es nicht möglich ist, eine Einzelfaser unzerstört zu gewinnen - wie aus einem Filz oder Gewebe, muß man annehmen, daß alle Fasern, so verschieden auch ihre Richtung sein mag, miteinander verwachsen sind (43).

Vergleicht man die Haut der verschiedenen Tiergruppen

so erkennt man, daß das Corium der Haut der niederen Tiere eine auffallende Regelmäßigkeit der Faserverflechtung aufweist. Die Fasern verlaufen mehr oder weniger deutlich nach den drei Hauptrichtungen des Raumes, entsprechend einem dreiachsigen Koordinatensystem. Die parallel zur Oberfläche verlaufenden Fasern sind am stärksten ausgebildet und kreuzen sich meist rechtwinklig, während der Anteil an senkrechten Fasern weit zurücktritt. Sehr gut erkennbar ist das z.B. an einem

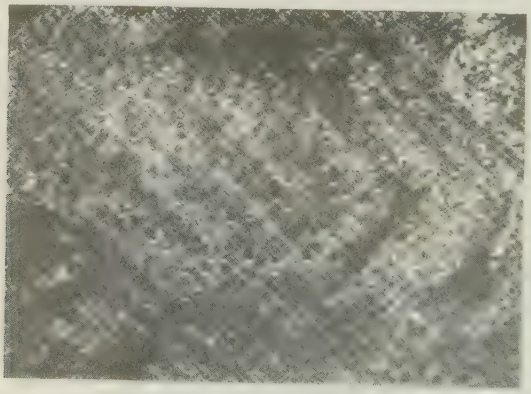


Abb.10 : Horizontalschnitt durch Schellfischleder.
(Vergr. 24 mal) (K ü n t z e l)

Horizontalschnitt durch das Corium der Schellfischhaut, wo man eine starke Ähnlichkeit mit einem feinen lockeren Gewebe findet oder bei der Haut des Ochsenfrosches, wo man im Vertikalschnitt zwei getrennte, verhältnismäßig dicke, sich rechtwinklig kreuzende, horizontal verlaufende Schichten unterscheiden kann; diese Schichten sind durch wenige senkrechte Faserbündel, die sich über die ganze Coriumdicke erstrekken können, verbunden (s. Abb. 9 und 10).

ieses regelmäßige Fasergewebe der niederen Tiere ist
ensowenig wie das filzartig verworrene der Säugetie-
e auftrennbar. Die Zerlegung der einzelnen Faserbün-
el bereitet aber viel weniger Schwierigkeiten als bei
er Säugetierhaut, da die Fasern auf viel größere Ent-
ernungen hin ohne Abzweigungen bleiben und die Ver-
achsungen zwischen zwei sich begegnenden Faserbündeln
ur durch relativ unbeträchtliche Fibrillenstränge be-
irkt werden. Der Begriff der Faser, der bei der Säu-
etierhaut, insbesondere in dicht verflochtenen Regio-
en, nur sehr schwer definiert werden kann, ist bei den
iederen Tieren verhältnismäßig einfach zu umschreiben.
in Netz von querverlaufenden retikulären Fasern, die
ie kollagenen Bündel umhüllen, scheint es im Gegensatz
ur Säugetierhaut nicht zu geben (21).

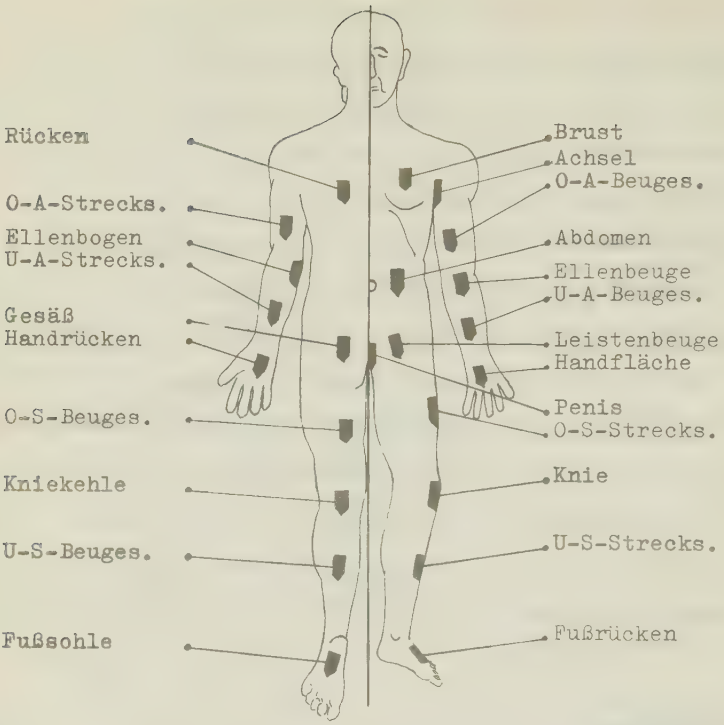
ie S ä u g e t i e r h a u t zeichnet sich demgegen-
ber durch eine scheinbar filzige Unordnung aus. Ver-
leicht man Säugetierhäute untereinander, so findet man
eben Unterschieden in der Ausbildung der Fasern und
hrer Anordnung vor allem ein unterschiedliches Ver-
ältnis von Retikular- und Papillarschicht in der Le-
erhaut, abhängig von der Zahl und Stellung der Haare.
o ist die Papillarschicht dicker im Vergleich zur Re-
tikularschicht beim Rotwild, wo die Haare steil stehen,
ls beim glatthaarigen Schaf, wo sie flach liegen. Wei-
terhin kann das subcutane Fettgewebe vom Corium scharf
bgesetzt sein wie beim Schwein, oder es können sich,
ie bei den Meeressäugern, Bindegewebe und Fettgewebe

in gleicher Weise durchsetzen (21).
Eine Beschreibung der kollagenen Strukturen des Coriums beruht auf der Existenz von verschieden gerichteten Fasern, wobei man das histologische Bild eines fixierten Präparates mit dem des lebenden Gewebes identifiziert. In den letzten Jahren kamen jedoch einige Autoren zu der Ansicht, daß das Kollagen nicht eine Masse von in eine GS eingebetteten Fasern sei, sondern eine Mischung von Polymeren eines Stamm-Monomers, des oben beschriebenen Tropokollagens, dessen starke Tendenz zu End-zu-End und zur seitlichen Interaktion der Partikel zur Faserbildung führt. Wegen der Leichtigkeit, mit der der Polymerisationsvorgang stattfindet, bilden sich sehr leicht und schnell artefiziell Fasern. Die daraus entstehende Frage nach der Gestalt des Kollagens im lebenden Gewebe hat J a r r e t (18) an unfixierten Hautschnitten mit speziellen Methoden (Fluorochromierung frischer Haut, Fluorescenzmikroskop) eingehend untersucht. Er kam dabei zu dem Schluß : Das Corium der lebenden Haut ist wahrscheinlich ein Gel. In diesem komplexen G e l liegen orientierte Polypeptidmakromoleküle; sie sind die potentiellen Fasern, zu denen sie durch die übliche Behandlung der Präparate gemacht werden. Er glaubt, daß die Haut in einem dynamischen Zustand sei, fähig zu einer schnellen Anpassung an veränderte Bedingungen. Diese Ansicht unterstützt J a c k s o n (1957) mit seiner Arbeit über die Aufnahme und den Weg von radioaktivem Glycin in der Haut. Seine Ergebnisse würden bei einer

aserige Struktur des Bindegewebes die Einschmelzung
nd den Wideraufbau des kollagenen Fasern erfordern.
ie elastischen Fasern, die durch das Gel ziehen, seien
icht notwendig elastische Fasern, da ein Gel selbst
lastische Eigenschaften besitzt. Er hält es eher für
ahrscheinlich, daß sie die Dehnbarkeit des Hautgels
egrenzen, indem sie als Bindefasern, wie das Eisen im
eton, fungieren. Diese Annahme wird erhärtet durch die
atsache, daß in Sklerodermiehaut dichte elastische
asernetze gefunden werden, ohne daß die elastischen
igenschaften dem Gehalt an elastischen Fasern ent-
prechen (18). Wie sich diese Gel-Theorie mit der von
e i n i g und Z i n k (48) gemessenen hohen Festig-
eit der Haut in Einklang bringen läßt, bleibt zu unter-
uchen.

igene Untersuchungen:

ür die Untersuchungen dieser Arbeit sind die Erkennt-
isse von J a r r e t (18) kaum von Bedeutung; denn
s ist anzunehmen - und die Beobachtungen im polari-
ierten Licht bestätigen diese Annahme - daß sich bei
len artefizierenden Präparationsvorgängen immer nur
arallel orientierte Makromoleküle zu einer Faser zu-
ammenschließen. Es werden praktisch nur die Grenzen zwischen
len verschieden gerichteten Molekülgruppen deutlicher
ezogen, ohne daß strukturelle Umlagerungen statt-
finden. Ob und in welchem Maße das Fixierungsmittel
ie kollagenen Fasern verändert, muß in seiner Bedeu-



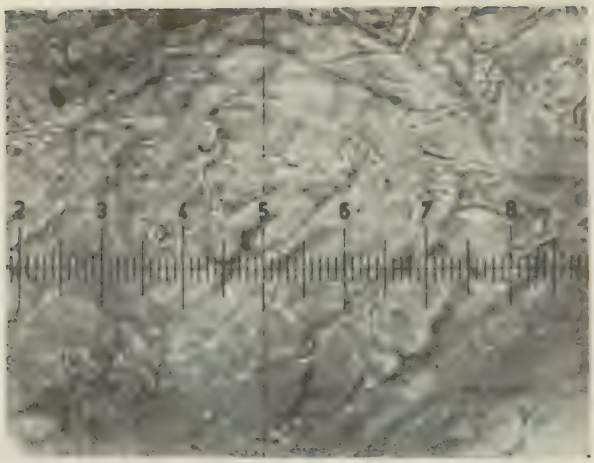
tung für die Ergebnisse dieser Arbeit geklärt werden.

Die Untersuchungen wurden vorgenommen an vier Leichen, drei Männern im Alter von 89, 78 und 29 Jahren und einem Säugling von sechs Monaten, deren Haut keine pathologischen Veränderungen aufwies. Von diesen frischen Leichen wurden an verschiedenen Körperregionen - siehe Skizze - 10 bis 20 cm^2 große Hautstückchen entnommen. Die Regionen wurden ausgewählt entweder auf Grund ihres unterschiedlichen äusseren Aspektes (Außen- und Innenhaut an den Extremitäten, Rücken, Gesäß, Bauch, Hand- und Fußrücken) oder mehr einer besonderen Funktion wegen (Ellenbogen und

-beuge, Knie und Kniekehle, Penis, Handfläche und Fußsohle). Auf Kopf- und Halshaut mußte aus bestimmten Gründen verzichtet werden.

Fixation: Nach der Entnahme der Hautproben, die durch ihre Form - sie waren am caudalen Ende spitz zugeschnitten - ihre Lage zur Körperachse anzeigten, erfolgte die Fixation in 10 %iger Formalinlösung über eine Dauer von 2 bis 40 Tagen. Die Hautstückchen hingen dabei an einem Faden frei in der Flüssigkeit. Formalin hat auf das kollagene Bindegewebe einen "tannierenden" Einfluß (45), der darin besteht, daß vermehrt Querverbindungen zwischen den aneinanderliegenden Amino- und Amidogruppen gebildet werden. J a r r e t hält es deshalb für möglich, daß Tropokollagen während der Fixation zur Bildung von Fasern angeregt wird (47). Durch die Fixierung mit Formalin wird das Kollagen auch verquellungs- und verleimungsunfähig (21).

Um den härtenden Einfluß des Formalins auf die morphologischen Eigenschaften der kollagenen Fasern zu erfassen, wurden von ein und demselben Hautstück Gefrierschnitte angefertigt im unfixierten und im fixierten Zustand nach einer Formalinfixierung von 1 und 21 Tagen Dauer. Die Schnitte wurden dabei an der gleichen Schnittfläche möglichst eng hintereinander gelegt, um einem Vergleich möglichst identische Strukturen zugrundelegen zu können.
Es konnte dabei ein Deutlicherwerden der Fasergrenzen festgestellt werden, das bereits nach einem Tag zu er-



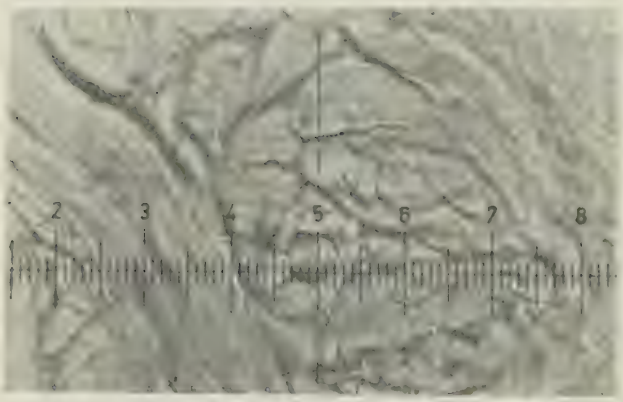


Abb. 11 (oben) und 12 (unten): Querschnitte durch die Fußsohlenhaut eines 35jährigen Mannes. Unfixiert (11) und nach 24 std. Fixierung in 10%igem Formalin (12).

kennen war. Am 21. Tag ergab sich für unsere Möglichkeiten der Beurteilung keine weitere Veränderung.

Eine Änderung von Strukturen und eine signifikante Änderung der Größenverhältnisse konnte bei diesen Untersuchungen und den gegebenen Methoden nicht beobach-

tet werden. Die beiden Photos 11 und 12 geben in etwa die Verhältnisse wieder.

Schneiden: Das Schneiden der Präparate erfolgte mit einem Gefriermikrotom. Die Schnittrichtungen hielten sich an die drei Koordinaten des Raumes: Horizontalschnitte und zwei senkrecht zueinander stehende Vertikalschnitte, von denen einer parallel zur Körperachse verlief. Alle drei Schnitte wurden auf möglichst enger Fläche zusammengedrängt, um sie für die Rekonstruktion der räumlichen Strukturen einer einzelnen Hautstelle verwenden zu können. Von den Flachschnitten wurden unvollständige Serien hergestellt (kontinuierliche Serien sind mit dem Gefriermikrotom nicht möglich), um Strukturunterschiede in diesen Ebenen in verschiedenen Hauttiefen zu erfassen.
Die Schnittdicke betrug 20 - 50 Mikron; dabei konnten die Flachschnitte im allgemeinen dünner gehalten werden als die Vertikalschnitte, die sich beim Schneiden meist sehr stark zusammenrollen und im Wasser nur sehr schwer wieder zu glätten sind. Sehr störend wirkt sich auch das subcutane Fettgewebe aus. Da es selbst nach dem Schneiden nicht mehr zu entrollen ist, reißt es bei einem derartigen Versuch ab und verzerrt dabei nicht selten die tieferen Strukturen des Coriums. Es wurde deshalb vor dem Schneiden möglichst vollständig entfernt.

Einbettung: Die Einbettung der Schnitte erfolgte mit Gelatine, einem hydrophilen Einbettungsmittel. Bei ei-

nem Vergleich mit einem nur in Wasser eingebetteten Schnitt zeigten sich keine Unterschiede zu dem Gelatine-eingeschlossenen Präparat. Bei der Einbettung ist lediglich darauf zu achten, daß die beim Auflegen des Deckgläschens auseinanderweichende Gelatine nicht den zarten Schnitt zerreißt oder verzerrt.
Hydrophobe Einbettungsmittel, wie Eukitt, führen dagegen zu Veränderungen am Präparat. Einmal führt das hierfür notwendige Trocknen des Schnittes zu Zerreissungen, zum anderen verklebt das Mittel die Fasern miteinander, sodaß keine Faserkonturen mehr zu erkennen sind und eine feinere Beobachtung einzelner Fasern

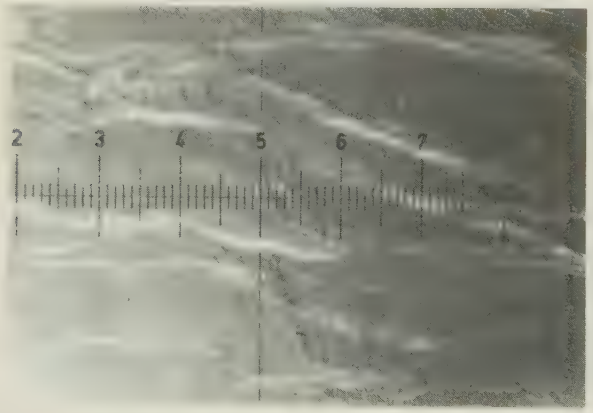


Abb. 13 : Vertikalschnitt durch Altershaut.
Einbettung in Eukitt, schwach polarisiertes Licht.
1 Teilstrich entspricht 0,012 mm. Man erkennt deutlich die zwischen den längsgeschnittenen Fasern herausfallenden Querschnitte.

nicht mehr möglich ist. Da die Fasern einer Richtung zusammengerafft werden, ergibt sich andererseits eine klarere Übersicht, der grobe Verlauf ist in seinem Prinzip deutlicher zu erkennen als im unveränderten

Schnitt (s. Abb. 13).

Färbung: Die Schnitte wurden ungefärbt untersucht. Eine Färbung des Kollagens ist wenig vorteilhaft, da sie bei Untersuchungen im polarisierten Licht die Beobachtung mit Interferenzfarben stört. Macht man dagegen die elastischen Fasern mit Resorcinfuchsin nach W e i g e r t deutlicher sichtbar - gleichzeitig werden auch die Konturen der einzelnen kollagenen Fasern schärfer - so kann man leicht damit die Beobachtungen am ungefärbten Schnitt kontrollieren und ergänzen. Eine quantitative Auswertung gefärbter Schnitte ist wegen der möglichen Quellung oder Schrumpfung der Fasern durch das Färbemittel nicht angezeigt.

Histologische Untersuchungen und Ergebnisse:

Die so gefertigten Präparate wurden mit einem Mikroskop untersucht, das Vergrößerungen bis 500 fach erlaubte. Es war ausgestattet mit gekreuzten Nicols und einem Quarzblättchen zur Erzeugung von Interferenzfarben, die senkrecht zueinander verlaufende doppelbrechende Strukturen in verschiedenen Farben aufleuchten lassen (42). Durch segmentale Abdeckung der Lichtquelle wurde außerdem ein dunkelfeldähnlicher Effekt erzielt, der die Fasern reliefartig hervortreten ließ (Abb. 13).

Die Aufgabe war die Beschreibung der regionalen Coriumstrukturen besonders hinsichtlich ihrer möglichen Unterschiede, sowie deren Verschiedenheit im Kindes-, Erwachsenen- und Greisenalter. Diese

Beschreibung, auf die sich frühere Autoren - Petersohn, Küntzel - beschränkten, sollte, soweit möglich durch Zahlen objektiviert werden, die bei Messungen im Mikroskop gewonnen wurden. So wurden gemessen die Coriumdicke, der Abstand der Haarfollikel im Horizontalschnitt (s. auch 41), die Größe der Haarfollikelflächen im Schnitt, die Faserbündeldicke und der Verwebungswinkel (s.u.).

Zunächst einige allgemeine theoretische Überlegungen: Setzt man mit N u ñ e z (30) die L a m a r c k'sche These voraus, daß die Funktion das Organ, hier also das kollagene Bindegewebe seine Struktur, bedingt, so läßt sich weiter folgern, daß die in engen Grenzen verschiedenen mechanischen Funktionen der einzelnen Coriumregionen auch zu unterschiedlichen Strukturen führen müssen (30).

Die straff sitzende Haut eines gesunden Menschen steht bis zu einem bestimmten Alter unter einer ständigen inneren Spannung (Turgor, Fettpolster, Muskulatur), die mit dem Alter beständig abnimmt und an der faltenreichen Haut des Greises völlig fehlen kann. Der Beweis für diese Behauptung wird leicht erbracht durch das Verhalten einer Schnittwunde, deren Ränder bei junger, nicht jedoch bei sehr alter Haut auseinanderweichen. Hinzu kommt eine zeitweise, in ihrer Intensität wechselnde, jedoch regelmäßige, mechanische Beanspruchung der Haut von außen, wie sie bei Bewegungen der Extremitäten, bei den Atemexcursionen des Thorax, den Bewe-

gungen des Rumpfes u.a. auftritt; alle diese Beanspruchungen bedeuten für die Haut stets tangentialen Zug oder senkrechten Druck. Letzterer wird nach S c h a l l o c k (36) durch das nachgebende subcutane Fettgewebe nach dem Prinzip des durchhängenden Seiles ebenfalls in Zug umgewandelt. Beide Faktoren, die endogene und exogene Beanspruchung der Haut - beide in ihrer Abhängigkeit vom Alter des Individuums - ergeben zusammen resultierende Richtungen der Belastung. Diese Faktoren können nach allen Seiten hin gleich sein, oder in einzelnen Richtungen überwiegen. Dementsprechend werden sich die kollagenen Fasern, bei der ihnen pflichtgemäßen Abwehr dieser Belastungen - immer die L a m a r c k'sche These vorausgesetzt - gleichmäßig oder ungleichmäßig verteilen.

Auf Grund von Beobachtungen an dem zur Verfügung stehenden Material möchte ich - ein Ergebnis vorwegnehmend - annehmen, daß sich die Verteilung der kollagenen Fasern in den einzelnen Richtungen im Laufe der Entwicklung vom Kind zum Erwachsenen ändert. So konnte bei dem Säugling festgestellt werden - in Übereinstimmung mit Ergebnissen früherer Untersucher wie R i s s e (35) und P e t e r s o h n (32) -, daß die Hauptkomponente der Faserrichtung stets quer zur Achse des Körpers bzw. der Extremitäten verlief. Beim Erwachsenen dagegen fanden sich besonders an den Extremitäten Hauptfaserrichtungen parallel zu ihrer Achse. Dieses Phänomen läßt sich durch folgende Überlegung erklären: Denkt man sich die straff um den Oberschenkel

ziehende Haut als einen elastischen Schlauch, der prall gefüllt ist mit einer in sich kaum verschieblichen Masse, so sind die Hauptspannungslinien des Schlauches senkrecht zu seiner Achse am größten; der Schlauch läßt sich je nach Füllung verschieden stark weiten, ohne seine Länge zu verändern. Dieses Beispiel entspricht den Verhältnissen beim Säugling. Versucht man nun den Schlauch zu biegen, so treten achsenparallele Spannungen auf, die sehr groß sein können; das ist beim Erwachsenen der Fall z.B. beim Beugen des Knies am Oberschenkel. Außerdem sind die quer zur Extremitätenachse verlaufenden Vektoren der inneren Spannung wegen der altersbedingt abnehmenden Elastizität der Haut beim Erwachsenen kleiner, sodaß die achsenparallelen Spannungen überwiegen können: Das Fasersystem wird sich der veränderten Situation durch Verstärkung der betroffenen Faserzüge anpassen - ein Gedanke, den schon S i e g e l b a u e r (38) aufgeworfen hat.

So gesehen können diese Beobachtungen die Gültigkeit der L a m a r c k'schen These für die Struktur des Coriums stützen. Was das kollagene Gewebe zur Verstärkung vermehrt belasteter Faserzüge veranlaßt, sei dahingestellt. Es sei jedoch auf eine Erklärung dieser Vorgänge durch S c h a l l o c k (36) hingewiesen, nach dessen Meinung eine spannungsbedingte Verschiebung in der Haut zu einer Änderung in der Durchblutung mit Erniedrigung der O_2-Spannung führt. Das

hat Veränderungen an der GS zur Folge im Sinne einer Verfestigung, möglicherweise mit gleichzeitiger Vermehrung. Wahrscheinlich beeinflußt die Verminderung der O_2-Spannung die Bindegewebszellen in der Weise, daß höhere Stoffwechselleistungen in Gestalt bestimmter katabolischer Umformungen nicht mehr möglich sind, sondern nur noch der Aufbau und die Abgabe bestimmter Aminosäuremoleküle, der Vorstufen der Fasern, für die höhere O_2-Mengen bekanntlich in der Zelle nicht notwendig sind. Für die Annahme derartiger Reaktionsabläufe führt S c h a l l o c k zahlreiche gewichtige Gründe an. Die Frage aber, warum sich die Fasern dabei in bevorzugten Richtungen anordnen, läßt auch diese Erklärung unbeantwortet.

Für die in der Literatur vorhandenen Beschreibungen des Coriums (3, 9, 14, 18, 22, 32, 33, 36, 38, 40, 43, 47) bzw. seiner Kollagen s t r u k t u r läßt sich als Beispiel am besten M o n t a g n a (27) zitieren : Die retikuläre fibröse Schicht des Coriums setzt sich aus dichten groben verzweigten Faserbündeln zusammen, die zunächst eine zufällige Verteilung zu haben scheinen, aber meist Schichten parallel zur Oberfläche bilden. Abwechselnde Schichten liegen in einem Winkel zur nächsten. Wenige senkrecht verlaufende Fasern können verfolgt werden bis zur Tela subcutanea, wo sie sich locker verzweigen und in das Netzwerk der Fettschicht eingebaut sind. Sie bilden die Retinacula cutis, welche das Fett in Läppchen teilen. Flache rau-

tenförmige Maschen zwischen den kollagenen Fasern zeigen mehr oder weniger die Richtung der Dehnbarkeit der Haut an. Lockere Netze elastischer Fasern zwischen den kollagenen Fasern sind um die Hautanhänge herum dichter gewebt. In der Umgebung von Blutgefäßen und Nerven sind die Bindegewebsfasern stets zarter und weiträumiger angeordnet als sonst.

K ü n t z e l (21) gibt zur Beurteilung der Eigenschaften verschiedener Lederarten, die ja auf unterschiedlichen Strukturen beruhen, folgende Strukturmerkmale an:

1. Ausgeprägtheit der Faserbündel
2. Ordnungsgrad der Struktur
3. Verwebungswinkel
4. Dichte der Verwebung
5. Fülle der Faserbündel
6. Streckung der Faserbündel
7. Grad der Aufteilung in Fasern und Fibrillen.
8. Trennung der Fasern und Fibrillen voneinander
9. Deutlichkeit der Faserbegrenzung
10. Allgemeiner Zustand des Schnittes

Bei einer vergleichenden Durchsicht der Präparate konnte ich jedoch feststellen, daß dieses Merkmalschema unverändert nicht zur Charakterisierung der Regionen menschlicher Haut anwendbar ist. Die dort vorhandenen Unterschiede lassen sich vielmehr gut mit folgenden sechs Punkten erfassen:

1. Dicke des Coriums
2. Anordnung und Größe der Haarfollikel, bzw. die Aussparungen für sie im Fasernetz
3. Faserverlauf im Horizontalschnitt
4. Faserverlauf im Vertikalschnitt

5. Faserdicke und Deutlichkeit der Faserbegrenzung
6. Wellung der Fasern

Übergeordnet ist dabei eine Unterteilung der Haut in F e l d e r - und L e i s t e n haut (2), die auf Grund des verschiedenen Oberflächenmusters erfolgte (s. auch 49); zwischen beiden bestehen die größten Unterschiede unter den Hautregionen.

zu 1 : Mit der Dicke der Haut hat sich eingehend S o u t h w o o d (39) befaßt. Er untersuchte die Hautdicke in Abhängigkeit von Region, Alter und Geschlecht. Die Ergebnisse seiner Arbeit seien hier kurz wiedergegeben: Die Dicke des Coriums variiert beträchtlich von Region zu Region; sie ist dabei am dicksten in der Haut des Rückens und an den Extremitäten dicker an den Streck- als an den Beugeseiten. Bei ihm und anderen Autoren schwankt die Dicke des Coriums zwischen 1 und 2 mm, erreicht aber auch 3 mm.

Zur Frage der Altersveränderungen der Hautdicke fand S o u t h w o o d, daß die Haut relativ dünn sei in der Jugend, ihr Maximum im 4. - 5. Lebensjahrzehnt erreiche und anschließend wieder dünner werde, um im hohen Alter wieder zu den Maßen der Kindheit zurückzukehren.

Bei Männern sei die Haut signifikant dicker als bei Frauen. Über diesen Punkt gehen die Meinungen der einzelnen Autoren jedoch auseinander.

zu 2 : Das kollagene Fasersystem wird vielfach durchbrochen von den Hautanhangsgebilden. Besonders häufig

und regelmäßig geschieht dies von Seiten der Haarfollikel, entsprechend ihrer regional verschiedenen Dichte, Anordnung und Größe (41). Bei einem Überblick über die Säugetierreihe bringt K ü n t z e l (21) die Anordnung der Haare in Zusammenhang mit den Schuppen, von denen die Haut der Vorfahren der nunmehr schuppenlosen Säugetiere bedeckt war; denn nur in seltenen Fällen sind die Haare gleichmäßig über die Haut verteilt, meist stehen sie in mehr oder weniger ausgeprägten Gruppen zusammen. Der Zusammenhang zwischen Haarstellung und Haarschuppe ist an der Schwanzhaut der Ratte und Maus noch deutlich zu erkennen. Dort erscheinen hinter jeder Schuppe drei nebeneinanderliegende Haare, wobei das Mittelhaar kräftiger und länger ist als die beiden Nebenhaare. Auch in der menschlichen Haut sind solche Dreiergruppen stellenweise zu finden. Abbildung 14 zeigt einige Narbenbilder von Säugetierhaut mit verschiedenen Haarstellungen und Haarlochgrößen.

Die Dichte der Haare läßt sich angeben in der mittleren Entfernung der Mittelpunkte der im polarisierten Licht leeren Aussparungen für die Haarfollikel im kollagenen Netz.

Die Größe und Form ergibt sich aus den Maßen dieser dunklen Felder. Da sie nicht immer rund sind, sondern meist eine mehr oder weniger ovale Form besitzen, wurde stets der längste und kürzeste Durchmesser gemessen. Die Differenz zwischen Abstand und Durchmesser der Aus-

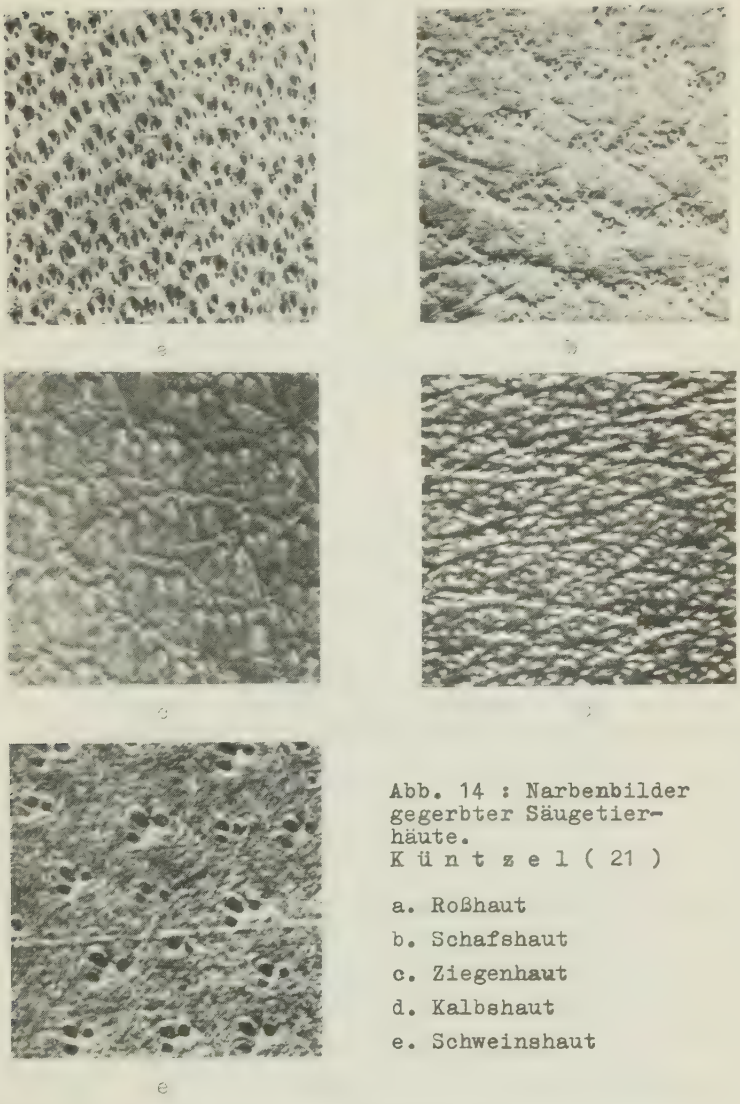


Abb. 14 : Narbenbilder gegerbter Säugetierhäute.
K ü n t z e l (21)

a. Roßhaut
b. Schafshaut
c. Ziegenhaut
d. Kalbshaut
e. Schweinshaut

sparungen ergibt den für die Faserstruktur freien Raum.

zu 3 : Im ungefärbten Schnitt ist es nicht immer ganz leicht, die Faserrichtung zu erkennen, besonders, wenn die Fasergrenzen sehr undeutlich sind. Sie läßt sich in etwa ableiten aus der Form der Follikelaussparungen. Diese ist ein wichtiger Hinweis vor allem bei der Feststellung einer Hauptfaserrichtung; überwiegt eine Faserrichtung, so zeigt der große Durchmesser der in diesem Falle ovalen Aussparung in diese Richtung.

Am besten läßt sich die Faserrichtung jedoch feststellen im polarisierten Licht (42). Da die kollagenen Fasern einachsig positiv doppelbrechend sind, wobei die optische Achse mit der Faserachse zusammenfällt, leuchtet eine längsgeschnittene Faser zwischen gekreuzten Nicols auf, wenn sie diagonal zu den Schwingungsebenen des Lichtes verläuft. Die quergetroffene Faser bleibt unabhängig von ihrer Lage zu den gekreuzten Nicols dunkel (21). Auf diese Weise lassen sich die Fasern leicht in ihrer Verlaufsrichtung definieren. Vorsicht ist jedoch geraten bei der Bestimmung einer Hauptrichtung. Da, wie noch gezeigt wird, die Fasern in Schichten übereinander liegen, ist es vom Schnittverlauf abhängig, welche Schicht getroffen wird, d.h. welche Faserrichtung im Schnitt erscheint; auch gelingt es nicht immer, den Schnitt genau parallel zur Oberfläche zu führen. Es ist deshalb notwendig, mehrere Schnitte zu vergleichen.

An manchen Stellen, besonders dort, wo dichte elas-

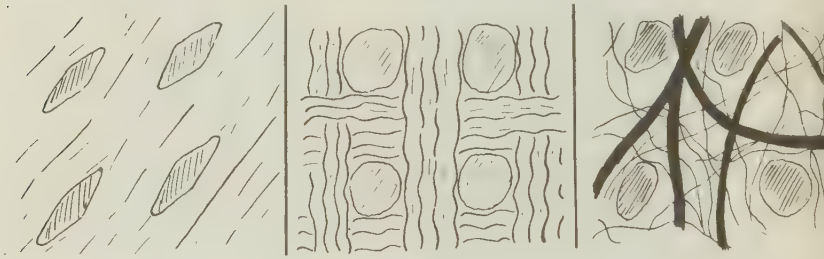
tische Netze, deren Fasern immer ungewellt verlaufen, schwach konturierte gewellte kollagene Fasern überdecken, hilft der Verlauf der elastischen Fasern weiter, die am ungefärbten Präparat besonders mit dem Dunkelfeldeffekt gut zu erkennen sind. Da die elastischen Fasernetze meist in Richtung der kollagenen Fasern ausgezogen sind, kann aus der Richtung des einen Systems auf die des anderen geschlossen werden.
In den Vertikalschnitten kann aus dem Verhältnis der Längs- und Querschnitte von Fasern auf eine überwiegende Faserrichtung geschlossen werden. Dieser Wert ist jedoch unsicher, wenn die Hauptrichtung nicht parallel zu einer Schnittrichtung verläuft (s.u.).
Am isolierten Vertikalschnitt ist hier eine Täuschungsmöglichkeit durch die Wellung der kollagenen Fasern gegeben. Geht der Schnitt segmental durch eine Welle, so läßt der im Präparat erscheinende Faserquerschnitt eine andere Richtung vermuten. Sind in einem solchen Fall die elastischen Fasern ebenfalls quer getroffen (Abb. 3 und 4), so spricht das für einen echten Querschnitt einer querverlaufenden Faser; sind sie dagegen längs getroffen, für eine längsverlaufende gewellte Faser.

Vergleichende Beobachtungen an den Präparaten erlauben für die Strukturen der Felderhaut eine Zusammenfassung in die folgenden drei Schemabilder:

I : Alle Fasern verlaufen an stark ovalen Aussparungen vorbei parallel in gleicher Richtung.

II : Zwei gleich stark ausgebidete Fasersysteme überkreuzen sich rechtwinklig zwischen regelmäßig angeordneten, runden Aussparungen. Die Fasern eines Systems verlaufen gestreckt oder gewellt parallel (s. Abb. 16)

III : Ungleichmäßig stark ausgebildete, im Verhältnis schmale Faserzüge laufen in unterschiedlicher Wellung ungeordnet zwischen unregelmäßig angeordneten vielgestaltigen Aussparungen durcheinander.



I II III

Die tatsächlichen Strukturbilder der einzelnen Hautregionen sind in der Mehrzahl Kombinationen dieser drei Extreme.

Das Bild eines Flachschnittes durch die Leistenhaut erinnert im polarisierten Licht an horizontale Rautengitter (rhombische Waben nach L a n g e r (23)), die sich auch vertikal durchsetzen. Die im Verhältnis dünnen Faserbündel sind auffallend deutlich zu differenzieren, sie verlaufen gestreckt und sind, da sie oft das Niveau wechseln, meist nur über kurze Strecken zu verfolgen.

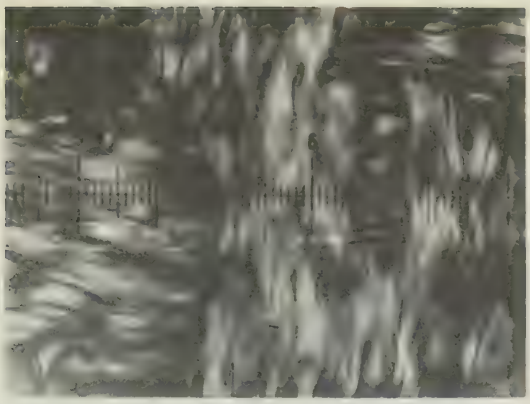


Abb. 16 : Horizontalschnitt durch die Haut von der Unterschenkel-Streckseite eines 78jährigen Mannes. Einbettung Eukitt; 1 Teilstrich = 0,012 mm

Zahlreiche nach Art der Haarfollikelaussparungen der Felderhaut angelegte Felder von ganz unterschiedlicher

Abb. 17 : Horizontalschnitt durch die Fußsohlenhaut eines 89jährigen Mannes. Kollagen gefärbt nach W e i g e r t. 1 Teilstrich = 0,045 mm

Form und Größe werden von den horizontal verlaufenden Fasern ausgelassen. Sie enthalten die Querschnitte der aus der Tiefe aufsteigenden vertikalen Faserbündel, die

oft, nicht immer, einen Drüsenausführungsgang mantelartig umgeben.

Die Deutlichkeit der Faserngrenzen, die sich ja nur schätzen läßt, und die durch die Präparation beeinflußt werden kann, ist in der Leistenhaut weit besser als in der Felderhaut.

zu 4 : An den Vertikalschnitten läßt sich die vertikale Verflechtung der Fasern beobachten. Zu unterscheiden sind wieder besonders Felder- und Leistenhaut.

Die Felderhaut zeigt sich im wesentlichen aus Schichten aufgebaut, die nur in sehr spitzen Winkeln Faserbündel "austauschen".

Das Strukturbild im Schnitt ist abhängig von der Schnittrichtung in Bezug zur Faserrichtung. Die Schnittführung war bei den Präparaten so gewählt, daß ein Schnitt quer, der andere parallel zur Extremitäten- bzw. Körperachse verlief. Bei einem Hautstück, dessen Struktur dem Schemabild II nahe kommt, erhält man ein gitterähnliches Bild dann, wenn die Schnittrichtung in einer der Hauptfaserrichtungen liegt. Die Gittermaschen werden gebildet von den längsgetroffenen Faserschichten; sie sind angefüllt mit den Querschnitten der anderen Richtung. Liegt der Schnitt jedoch schrag zu beiden Faserrichtungen, so ergibt sich keine Gitterstruktur, sondern übereinanderliegende Schichten von schräggeschnittenen Fasern. Das gleiche gilt, wenn die Faserrichtungen nicht senkrecht zueinander verlaufen, sondern sich in unterschiedlichen Winkeln begegnen. In Wirklichkeit findet

man nur selten reinen gitter- oder schichtweisen Aufbau; man findet beide nebeneinander in wechselndem Verhältnis.

Die Gitterstrukturen sind unterschiedlich ausgeprägt in den einzelnen Regionen und in den verschiedenen Hauttiefen.

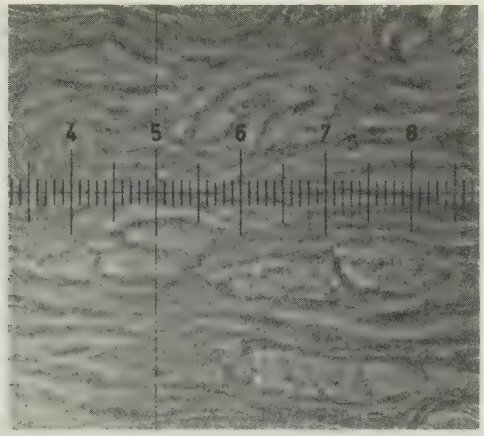


Abb. 18 : Vertikalschnitt durch die Haut der Oberarm-Streckseite eines 89jährigen Mannes. Man kann deutlich quer-und längsgeschnittene Faserbündel unterscheiden.
1 Teilstrich = 0,0026 mm

Das betrifft sowohl die Größe der Maschen als auch die von den Maschenseiten eingeschlossenen Winkel. Die aus feinen Fasern bestehenden schlanken Maschen nahe der Oberfläche gehen in den tieferen Bereichen des Coriums fließend über in plumpere, aus dickeren Fasern aufgebaute Gitter mit größeren Winkeln. Entsprechendes berichtet P e t e r s o h n (32) von seinen Untersuchungen an Neugeborenen.

Verschieden ist auch die Dicke der Schichten. Sie läßt

sich jedoch selten mit Sicherheit angeben, da sich die Winkel, unter denen die Schrägschnitte erfolgten, nicht aus dem Schnittbild erkennen lassen, sodaß es nicht möglich ist, die zu einer Schicht gehörenden Faserbündel als solche zu bestimmen. Nicht selten sind die Schichten auch noch in sich gebogen und gefältelt.

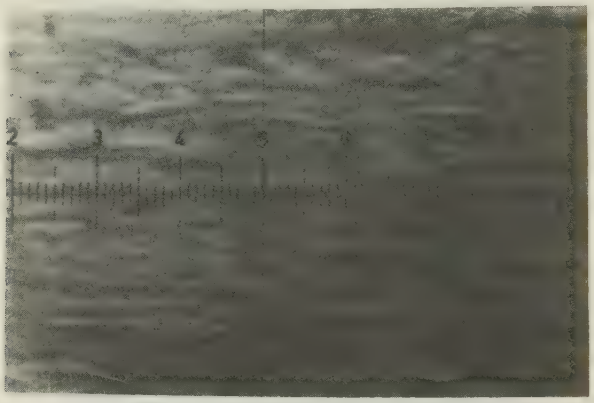


Abb. 19 : Vertikalschnitt durch die Bauchhaut eines 6 Monate alten Säuglings. Schichtweiser Aufbau. (1 Teilstrich = 0,0026 mm)

Bei vielen Vertikalschnitten ist die Hautoberfläche mehr oder weniger stark gewellt, mehr, wenn der Schnitt quer, weniger, wenn er parallel zur Hauptfaserrichtung verläuft. Diese Runzelung der Haut entsteht jedoch vor allem durch Kontraktion des aus seiner natürlichen Spannung herausgelösten Hautstückes.

Die Leistenhaut ist im Vertikalschnitt etwas verwickelter aufgebaut als die Felderhaut. Zu dem auch im Vertikalschnitt gitterartigen Schnittbild der horizontalen Fasersysteme - die ja ein Raumgitter bilden - kommt noch ein bedeutender

Anteil an vertikalen Fasern hinzu. Neben einer großen Anzahl von dünnen vertikalen Faserbündeln, die nur über eine kurze Strecke zu verfolgen sind, gibt es in geringerer Anzahl solche, die, als breite Stämme aus der Subcutis aufsteigend, sich teils im Corium verzweigen, teils aber als Begleitung eines Drüsenausführungsganges mit diesem geschlossen bis zur Epidermisgrenze ziehen.

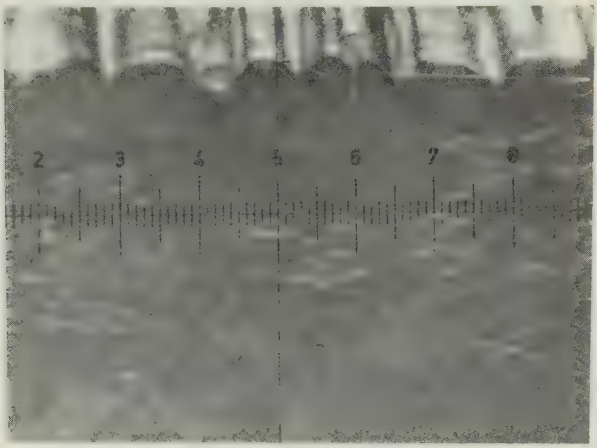


Abb. 20 : Vertikalschnitt durch die Handflächenhaut eines 89jährigen Mannes.
1 Teistrich = 0,045 mm

Letztere Bündel stehen mit dem umgebenden Bindegewebe zwar in Verbindung, verzweigen sich aber nicht darin. Zuweilen hat man den Eindruck, als existiere neben den beiden horizontalen Rautengittern noch ein drittes, welches von den vertikalen Fasern gebildet wird. (s. Abb. 20 und 21)

Die Flach- und Vertikalschnitte lassen sich zusammenfassend folgendermaßen deuten: Es existieren regional

verschieden breite, im Querschnitt meist ovale - genauer betrachtet sind es mehr Rauten mit abgerundeten Ecken - unterschiedlich dicke Faserbänder, die alle sowohl horizontal als auch vertikal miteinander in Verbindung stehe Es können dabei zwei in der Hauptsache senkrecht zueinander stehende horizontale Fasersysteme vorhanden sein, die nur durch geringen Faseraustausch miteinander verbunden sind. Zum anderen können diese Bänder in verschie

Abb. 21 : Flachschnitt durch die Fußsohlenhaut eines 21jährigen Mannes. Schwach polarisiert mit Interferenzfarben.
1 Teilstrich = 0,045 mm

denen Winkeln zueinander verlaufen, sodaß ein stärkerer Grad der Verwebung vorliegt. Die parallelen Bänder sind dann jedoch meistens schmaler. Der Vertikalschnitt ist in einem solchen Fall entsprechend vielgestaltig und kompliziert.

Im Corium der Leistenhaut wirken - schematisiert - drei rautenartige Fasersysteme zusammen, wobei das vertikale

nur stellenweise als ein solches zu erkennen ist.

zu 5 : Die Bündeldicke läßt sich am besten aus den Faserquerschnitten gewinnen, da bei längsgeschnittenen Fasern im Mikroskop eine Übereinanderprojektion der Faserkonturen entsteht, sodaß sich zusammengehörige Fasergrenzen nicht feststellen lassen.

Es ist jedoch nicht immer leicht, Faserquerschnitte von Schragschnitten zu unterscheiden.

Wie aus den Abbildungen 22 und 23 hervorgeht, sind die dicht beieinanderliegenden Faserquerschnitte nicht, wie im Rindsleder, gleichmäßig (im Bild kopfsteinpflasterartig) geformt, sondern ungleichmäßig polygonal und vielgestaltig. Um diese Querschnitte quantitativ er-

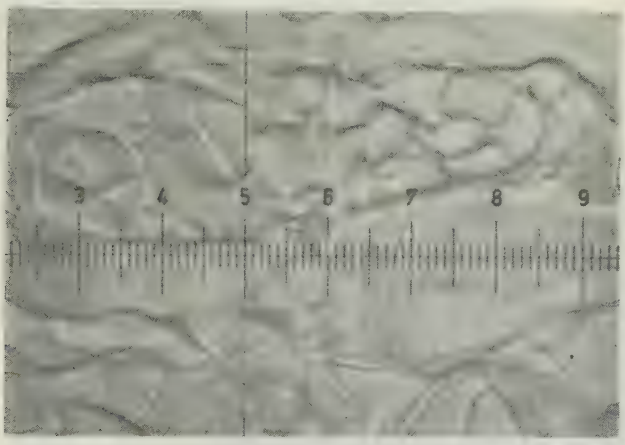


Abb. 22 : Vertikalschnitt durch die Rückenhaut eines 29jährigen Mannes. 1 Teilstr. = 0,0026 mm

fassen zu können, wurden jeweils der kleinste und der größte Durchmesser genommen und die Mittelwerte der daraus errechneten Flächen bestimmt und verglichen.

Es läßt sich allgemein sagen, daß die kollagenen Fasern in der Tiefe des Coriums wesentlich dicker und deutlicher konturiert sind , als in den epidermisnahen Bereichen, An manchen Schnitten waren die stark

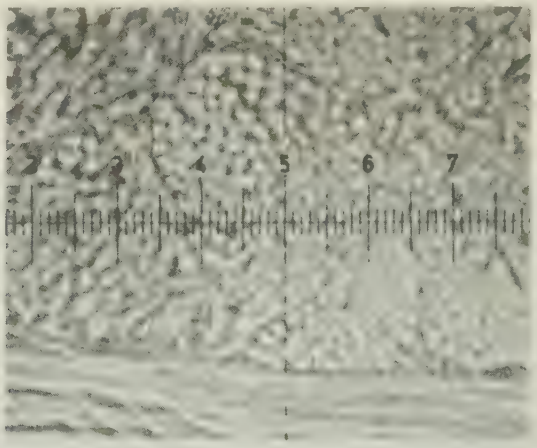


Abb. 23 : Vertikalschnitt durch Rinásleder. 1 Teilstr. = 0,012 mm

konturierten Querschnitte noch unterteilt in kleinere geringer konturierte und diese in noch kleinere Ein-

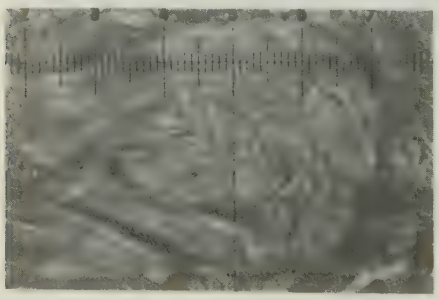


Abb. 24: Vertikalschnitt durch die Ellenbogenhaut eines 29jährigen M. 1 Teilstr. entspr. 0,0026 mm

heiten. In solchen Fällen wurden nur die stark konturierten Querschnitte gemessen (s. Abb. 24).

zu 6 : Während die kollagenen Fasern der Leistenhaut nicht oder nur bedeutungslos gering gewellt sind, gibt

es unter den Regionen der Felderhaut nur sehr wenige Ausnahmen, deren Fasern nicht allgemein gewellt sind. Diese Wellung ist an manchen Schnitten nur im polarisierten Licht in ihrer Intensität und Richtung genau zu definieren.

Die kollagenen Fasern sind, wie schon gezeigt, doppelbrechend. Sie leuchten zwischen zwei gekreuzten Nicols dann maximal auf, wenn sie im Winkel von 45° zum Koordinatenkreuz der Nicols verlaufen. Andert eine Faser ihre Richtung, so wird die Intensität des durchgelassenen Lichtes bei 90° ihr Minimum erreichen, um bei weiterer Verbiegung der Faser bei 135° erneut ein Maximum zu finden. Eine Welle wird also - entsprechend eingestellt - stets an ihrem Kopf dunkel sein. Bei parallel verlaufen-

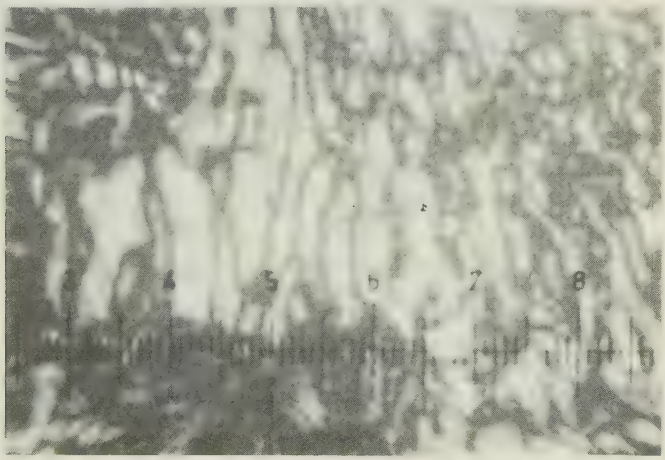


Abb. 25 : Horizontalschnitt durch die Rückenhaut eines 29jährigen Mannes im polarisierten Licht. 1 Teilstrich = 0,012 mm

den, phasengleich aneinander-liegenden Fasern wird sich daraus eine durchgehende Querstreifung ergeben.

Die Intensität der Wellung ergibt sich aus dem Verhältnis von Amplitude und Wellenlänge der Faserwellen.

In den meisten Fällen sind die Fasern nur im Flachschnitt gewellt. Eine gleichzeitige Wellung im Vertikalschnitt erscheint dann, wenn die Wellung der horizontalen Faserschichten schräg zur

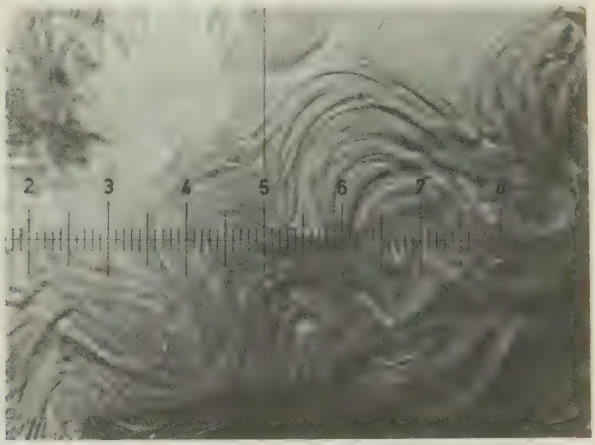


Abb. 26 : Flachschnitt durch die Haut der Unterarmstreckseite eines 29jährigen Mannes. Gefärbt, polarisiert. 1 Teilstrich = 0,0026 mm

Oberfläche gerichtet ist. Daneben gibt es jedoch auch horizontale Fasern, die vertikal gewellt sind.

Nach diesen Gesichtspunkten wurde die Haut des 29jährigen Mannes untersucht und gemessen. Die Säuglings- und Altershaut wurde vor allem zur Feststellung von qualitativen Altersunterschieden der Coriumstruktur herangezogen.

Die Ergebnisse im einzelnen sind aus dem folgenden ersichtlich:

(Zeichenerklärung: + Schnittrichtung quer und
// Schnittrichtung längs zur Körperachse)

(Alle Maße in mm, Flächenmaße in mm^2)

Brust

1. Corium-Dicke: 2,25 - 2,7 mm

2. Haaraussparungen:

Abstand (mm)	Maße (mm^2)
oben 1,53 (0,9 - 2)	0,47 (0,27 - 0,67)
	0,52 (0,32 - 0,63)
unten 1,8 (1,35 - 2,25)	0,87 (0,76 - 0,99)
	0,94 (0,80 - 1,1)

3. Horizontalverlauf:
Die Bündel zeigen zwei Hauptrichtungen, die sich in Winkeln bis zu 55° schneiden. Da in der Tiefe die stark vergrößerten Aussparungen die Faserstraßen stark einengen, treten dort auch größere Winkel auf. Die Bänder parallel gerichteter Fasern erreichen eine Breite von 0,13 mm.

4. Vertikalverlauf:
+ : Vorwiegend längs- und schräggeschnittene Faserbündel, in ihrer Verlaufsrichtung parallel zur Oberfläche. Sie schließen Winkel von 25 - 35° ein, tiefer auch 45 - 55°. Ein klares Gitterwerk ist nicht zu erkennen.
// : "Unordentlicher" Schnitt, vor allem Quer- und Schrägschnitte. Deutliche Zeichen einer vertikalen Fältelung. Die wenigen längsgetroffenen Fasern ergeben kein klares Gitterbild.

5. Bündeldicke: oben 0,013 (0,0026 - 0,03)
mitte 0,029 (0,01 - 0,055)
unten 0,042 (0,013 - 0,06)

6. Wellung:
Die Wellung läßt sich wegen der sehr undeutlichen Fasergrenzen sehr schlecht messen. Sie ist allgemein, läßt jedoch vereinzelt gestreckte Stellen frei:

0,048 / 0,012
0,06 / 0,012
0,036 / 0,024

(Die Zahlen geben das Verhältnis von Wellenlänge

zur Amplitude in Millimetern an)
Die Wellung ist nicht regelmäßig, sie ist phasen-ver-
schoben.

Rechts
=====

1. Schicht-Dicke: 4,[illegible] - 4,[illegible] mm

2. Faserabstände:

	Abstand	Dicke
oben	1,7 (1,[illegible] - 1,8)	0,6[illegible] (0,4[illegible] - 0,[illegible])
		0,4 (0,[illegible]7 - 0,4[illegible])
unten	1,7 (1,[illegible] - 2,0[illegible])	0,81 (0,67 - 0,[illegible])
		0,79 (0,67 - 0,[illegible])

3. Horizontalverlauf:

Deutliche Hauptfaserrichtung mit stark ausgebildeten Nebenrichtungen; beide kreuzen sich oft unter einem rechten Winkel. Unterschiedlich breite Faserbänder,

jedoch selten breiter als 0,27 mm.

4. Vertikalverlauf: In beiden Schnitten Quer- und Längsschnitte, Gittermuster und Schichtaufbau.

+ : Überwiegend Querschnitte, breite parallel gewellte Bänder (bis 0,3 mm) verlaufen über relativ weite Strecken längsgeschnitten, besonders unten.

Deutliche Gitterstruktur : Maschenbreite 0,045 - 0,36 mm
Maschenlänge 0,25 - 1,35 mm

Unten sind die Strukturen unordentlicher, stärkerer Wechsel von längs- und quergeschnittenen Fasern, die in verschieden dicken Lagen übereinander liegen; hier auch kaum noch Gitterstruktur.

// : Überwiegend längsgetroffene Fasern in breiten Bändern.

5. Bündeldicke: Oben 0,026 (0,0052 - 0,078)
mitte 0,09 (0,01 - 0,19)
unten 0,15 (0,039 - 0,32)

6. Wellung:
0,06 / 0,012
0,06 / 0,024

Die Wellung ist oft in mäßig breiten Bändern parallel, wobei die einzelnen Bündel gut zu trennen sind; die Bänder können besonders in der Tiefe die ganze Breite zwischen zwei Follikelaussparungen einnehmen. Sehr oft ist die Wellung auch phasenverschoben.

Siehe Skizze Seite 60.

Abdomen

1. Corium-Dicke : 3,6 - 4,5 mm.

2. Haarausspar[illegible] :

	Abstand	Maße
oben	2,0 (1,8 - 2,2)	0,4 (0,27 - 0,49)
		0,43 (0,36 - 0,54)
unten	2,15 (1,8 - 2,2)	0,73 (0,54 - 0,9)
		0,84 (0,63 - 0,94)

3. Horizontalverlauf :

Deutliche Hauptfaserrichtung mit sehr wenigen schräg dazu gerichteten Nebenrichtungen. In der Tiefe sind wegen der üblichen Veränderungen der Follikelgrößen grössere Veränderungen in der Faserrichtung vorhanden.

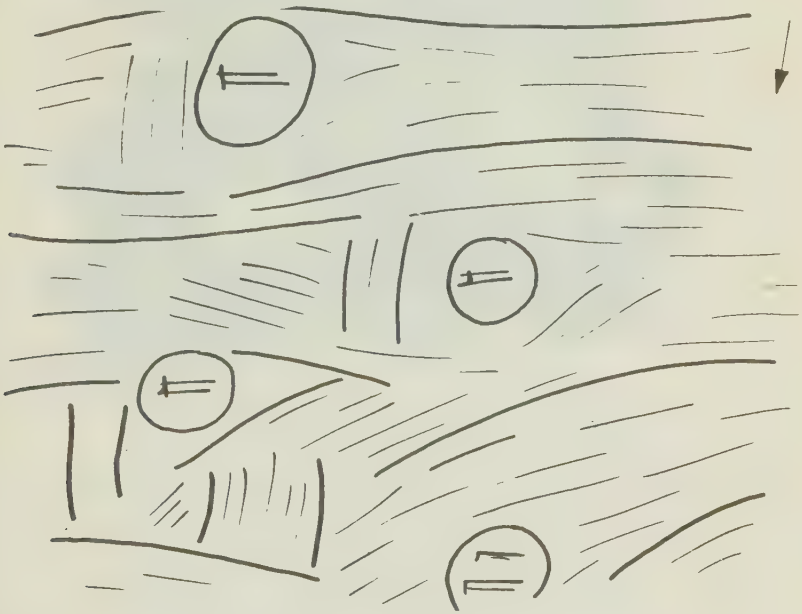
4. Vertikalverlauf:

+ : Vor allem Längsschnitte

//: Überwiegen der Querschnitte. Die Längsfasern schliessen Winkel von 25 - 50° ein, ohne daß eine Gitterstruktur festzustellen ist.

5. Bündeldicke: oben 0,022 (0,0052 - 0,031)
unten 0,068 (0,013 - 0,104)

6. Wellung: 0,084 / 0,036 ; 0,048 / 0,025 ; 0,072 / 0,036 ;
0,06 / 0,024 ; 0,12 / 0,048 ;
Die Wellung ist allgemein und intensiv. Oft sind breite Faserlagen phasengleich parallel gewellt.



Gesäß
=====

1. Corium-Dicke : 3,25 - 3,6 mm

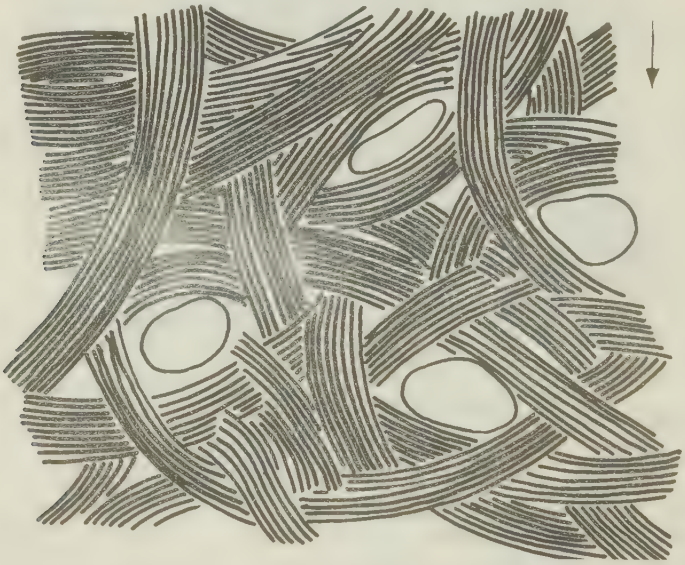
2. Haaraussparungen :

	Abstand	Kabe
oben	1,66 (1,12 - 2,25)	0,94 (0,67 - 1,35)
		0,78 (0,54 - 0,9)

unten 1,66 (0,9 - 2,22) 0,85 (0,36 - 1,8)
0,53 (0,22 - 0,9)

3. Horizontalverlauf:

Eindeutige Hauptfaserrichtung mit zahlreichen gut ausgebildeten Nebenrichtungen, die Winkel von 45 - 90° einnehmen. Die Faserbänder laufen im angegebenen Winkelbereich systemlos durcheinander.



4. Vertikalverlauf: // : Überwiegend längsgetroffene Fasern, die Winkel von 25 - 55° einschließen.

+ : Überwiegend Querschnitte. Die anteilmäßig geringeren Längsfasern schließen Winkel von 30 - 40° ein.

Bei beiden gibt es keine über längere Strecken längsgeschnittene Faserzüge; eine Gitterstruktur ist nicht vorhanden.

5. Bündeldicke : oben 0.017 (0,0052 - 0.0416)
unten 0.034 (0,0026 - 0,094)

6. Wellung: Gut ausgeprägte Wellung verschiedenen Grades.

0,06 / 0,036 0,06 / 0,024
0,048 / 0,036
0,084 / 0,012
0,12 / 0,048

Wellung ist auch in den Vertikalschnitten vorhanden, sie ist in den oberflächlichen Schichten flach, wird in der Tiefe intensiver und ist dort auch über längere Strecken regelmäßig zu verfolgen : 0,036 / 0,012

Leistenbeuge

1. Corium-Dicke : 1,35 - 2,0 mm
2. Haaraussparungen :

Abstand	Lage
oben und unten 2 (1,12 - 2,25)	0,65 (0,54 - 0,67)
	1,7 (0,7 - 1,35)

3. Horizontalverlauf : Stark ausgebildete Hauptfaserrichtung parallel zur Leiste; schwach ausgebildete, bis 90° versetzte Nebenrichtungen.
4. Vertikalverlauf :

+ : Überwiegen der längsgetroffenen Fasern; diese gehen über längere Strecken durch und bilden stellenweise ein Gitter mit Maschen von 0,06 bis 0,12 mm, Winkel von 15 - 30°.

// : Überwiegen der Querschnitte. Längsgetroffene Fasern gehen nur über kurze Strecken durch. Der Aufbaus ist schichtweise.

In beiden Schnitten erkennt man eine deutliche Gefäßzeichnung.

5. Bündeldicke : oben 0,017 (0,0052 - 0,0416)

unten 0,035 (0,0052 - 0,065)

6. Wellung : Oben phasen-verschobene Wellung der parallel gerichteten Fasern : 0,06 / 0,036
0,06 / 0,024

Unten findet man breite phasen-gleich gewellte Bänder :

0,06 / 0,036 0,042 / 0,024
0,036 / 0,024
0,072 / 0,048
0,072 / 0,024

Die Wellung ist nicht immer regelmäßig.

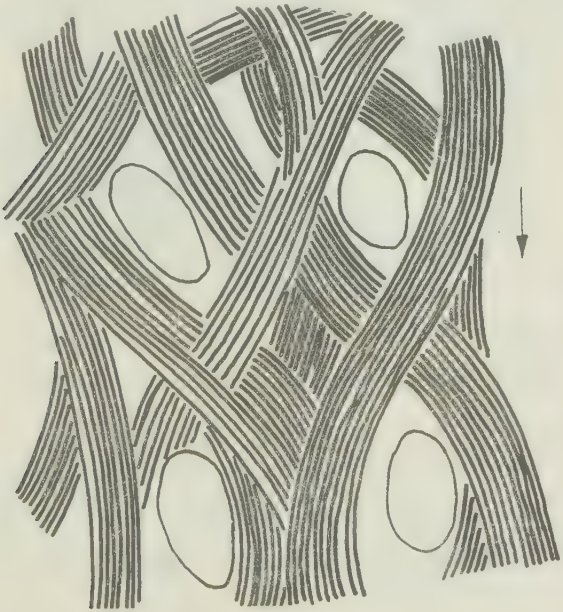
Oberschenkel - Streckseite

1. Corium-Dicke : 2,25 - 2,7 mm

2. Haaraussparungen.

	Abstand	Maße
oben	1,98 (1,35 - 2,25)	0,99 (0,675 - 1,49
		[illegible]
unten	1,98 (1,35 - 2,25)	1,62 (0,o7 - 1,8)
		0,94 (0,o7 - 1,35)

3. Horizontalverlauf : Resultierende Hauptfaserrichtung in der Extremitätenachse. Die oft zu breiten parallel gewellten Faserbändern angeordneten Fasern umfliessen die Hauteinschlüsse auf möglichst kurzem Wege. Man findet kaum sich kreuzende Wellenzüge. In den oberflächlichen Schichten sind etwas größere Anweichungen von der Hauptrichtung zu finden als in den tieferen. Es treten Winkel bis zu 40° auf. Quer zur Hauptfaserrichtung verlaufende Fasern findet man höchst selten.



4. Vertikalverlauf :

// : Vor allem Längsschnitte mit relativ großem Anteil an Querschnitten, wobei es sich jedoch um quergeschnittene Wellenzüge handeln muß.

+ : Vor allem Querschnitte.

In beiden finden sich keine Gitter; schichtweiser Aufbau.

5. Bündeldicke : oben 0,01 (0,0026 - 0,042)
0,04 (0,0025 - 0,062)

6. Wellung : Sehr klare breite Bänder - bisweilen ganze Faserstraßen - phasen-gleich parallele Wellen.

0,06 / 0,024 bis 0,096 / 0,048
0,06 / 0,036

Oberschenkel - Beugeseite

1. Corium-Dicke : 2,7 - 3,15 mm

2. Haaraussparungen :

	Abstand	Maße
oben	1,94 (1,58 - 2,25)	0,67 (0,54 - 0,9)
		0,45 (0,36 - 0,54)
unten	2,02 (1,8 - 2,25)	0,9 (0,54 - 1,13)
		0,68 (0,45 - 0,9)

3. Horizontalverlauf : Es ist eine Hauptfaserrichtung in spitzem Winkel zur Extremitätenachse vorhanden mit verhältnismäßig vielen stärker ausgebildeten Nebenrichtungen. Winkel zwischen den Faserbündeln von 50 - 80°.

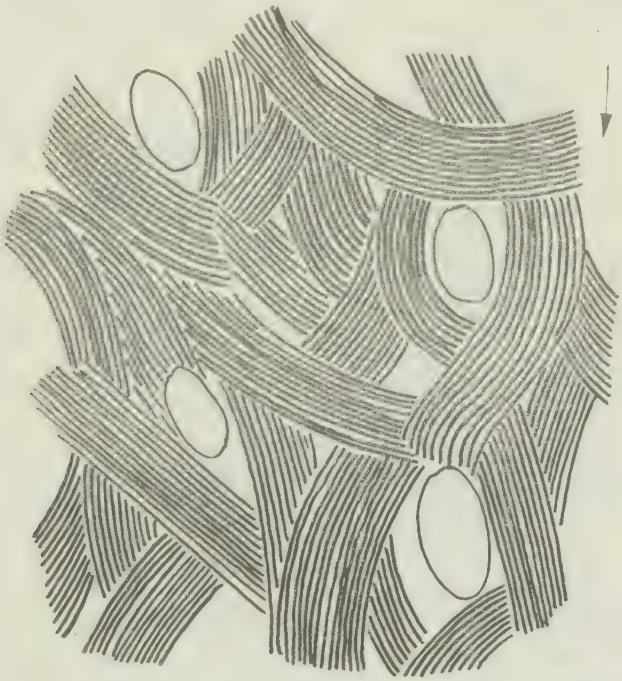
4. Vertikalverlauf :

Beide Vertikalschnitte zeigen Längs-, Schräg- und Querschnitte, ohne daß sich mit Sicherheit anteilmäßige Unterschiede feststellen lassen. Die längsgetroffenen

Fa[illegible] s·nliewen inkel vo. 1[illegible] - [illegible]° ein.

5. [illegible]e'dicke : ober 0,[illegible]1 (0,0029 - 0,042)
mitte 0,03[illegible] (0,0[illegible] - 0,078)
unte[illegible] 0,057 (0,016 - 0,[illegible])

6. [illegible]eilu g : regelmäßige [illegible]ung [illegible]ie [illegible]n [illegible]n[illegible]-
e[illegible]r in den [illegible]wen: 0,[illegible] [illegible] , [illegible]6 / 0,[illegible])
, [illegible] / 0,03[illegible])



Kniehaut

1. Corium-Dicke : 1,[illegible] - 2,[illegible]

2. Haarausspar[illegible]ngen :

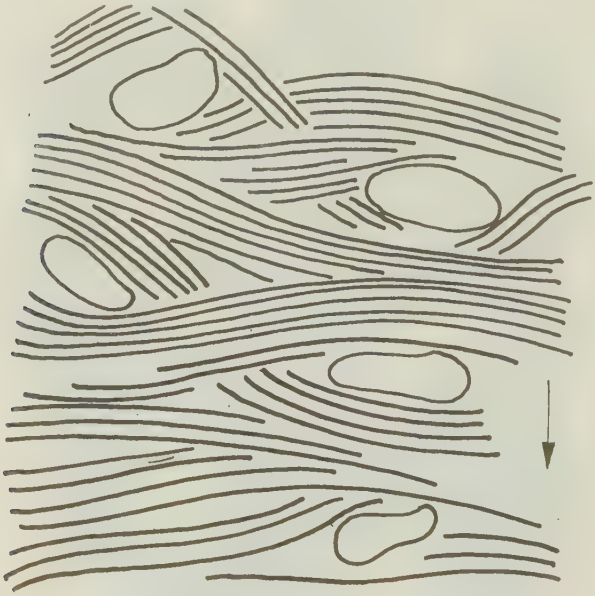
	Abst[illegible]nd			
oben	2,12	([illegible] - 2,[illegible]	0,[illegible]	- 0,59)
			0,[illegible]	- 0,9)
unten	2.12	(1,[illegible] - 2[illegible])	0,[illegible]	- 0,81)
			0,[illegible]	- 1.12)

3. Horizontalverlauf : Es ist eine deutliche resultierende Hauptfaserrichtung vorhanden. Abweichungen gibt es erst in der Tiefe in etwas größerem Ausmaß. Die Fasern sind sehr schwer zu unterscheiden.

4. Vertikalverlauf :

+ : Vor allem längsgetroffene Fasern, schichtweiser Aufbau.

// : Vor allem Querschnitte, daneben jedoch aus der Subcutis aufsteigende längsgetroffene parallel gewellte Faserbänder. Zahlreiche, oft steil gestellte Gefäße.



5. Bündeldicke : oben 0,022 (0,01 - 0,041)
unten 0,045 (0,01 - 0,12)

6. Wellung :

Oberflächlich schwache Wellung, phasen-verschoben

0,072 / 0,012 ; 0,06 / 0,012

Tiefer breitere phasen-gleich parallel gewellte Bänder:

0,05 / 0,012 ; 0,072 / 0,036

Im Verikalschnitt gewellte Längsschnitte:

Wellung 0,06 / 0,024 ; 0,072 / 0,024

Knie

1. Corium-Dicke : 2,25-2,5 mm

2. Haaraussparungen :

	Abstand		Maße	
oben	2,0	(1,57 - 2,70)	0,66	(0,45 - 0,9)
			0,89	(0,31 - 0,68)
unten	1,9	(1,57 - 2,70)	0,99	(0,67 - 1,12)
			0,84	(0,45 - 1,04)

3. Horizontalverlauf : Eine deutliche resultierende Hauptfaserrichtung ist vorhanden, deren - in der Hauptsache zwei - Komponenten Winkel von 35 - 40° einschließen; größere Winkel treten an den Hauteinschlüssen auf, vor allem unten. Oben ist die Struktur von zahlreichen kleineren Aussparungen unterbrochen. Man findet oben schmale, unten bis 0,67 mm breite parallelverlaufende Bänder.

4. Vertikalverlauf :

\+ : Vor allem quergetroffene Fasern; zwischen den längsgetroffenen Fasern bestehen Winkel von 25 - 50°. Man erkennt eine Gitterstruktur mit Maschen von 0,048 - 0.18 mm Breite, nach unten zunehmend.

// : Überwiegend Längsschnitte.

5. Bündeldicke :

Große, durch feinere Konturen unterteilte Querschnitte von durchschnittlich 0,048 mm^2 (0,018 - 0,1 mm^2) Fläche.

6. Wellung :

Im Flachschnitt allgemeine Wellung, oben kürzer als unten:

oben	0,048 / 0,012	unten	0,06 / 0,006
	0,048 / 0,024		0,072 / 0,024
	0,06 / 0,012		0,072 / 0,012
			0,06 / 0,012

Erst in der Tiefe treten breite, ganze Faserstraßen einnehmende parallel phasen-gleich gewellte Faserzüge auf.

Unterschenkel - Beugeseite

1. Corium-Dicke : 1.8 - 2,25 mm

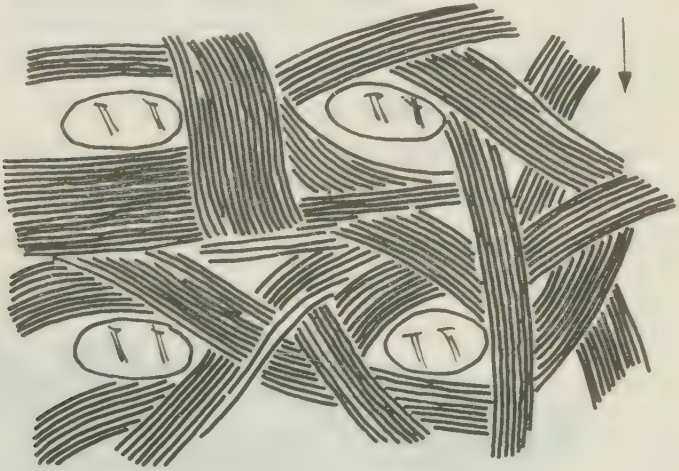
2. Haaraussparungen :

	Abstand	Maße
oben	2,16 (1,8 - 1,48)	0,67 (0,45 - 0,9)
		0,4 (0,32 - 0,59)

unten 2,12 (1,8 - 2,25) 0,81 (0,67 - 0,9)
1,04 (0,9 - 1,12)

3. Horizontalverlauf :

Es ist ein leichtes Überwiegen einer Faserrichtung zu erkennen. Außerdem lassen sich zwei senkrecht zueinander stehende Fasersysteme erkennen. Die Fasern eines Systems schneiden sich in Winkeln von 0 - 50°, in der Mehrzahl von 10 - 20°.



4. Vertikalverlauf :

In beiden Schnitten Längs-,Schräg- und Querschnitte. Besonders in // finden sich Gitterstrukturen, deren Fasern hauptsächlich Winkel von 20 - 30° einschließen. Die Maschen haben eine Breite von 0,12 - 0,24 mm. Daneben findet sich schichtweiser Aufbau.

5. Bündeldicke : oben 0,013 (0,0052 - 0,024)
unten 0,045 (0,015 - 0,094)

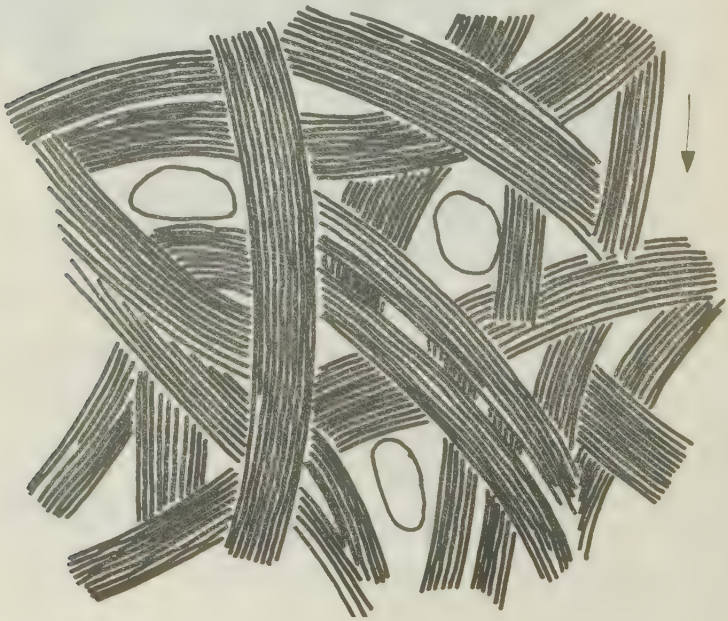
6. Wellung : Die Wellung ist nicht sehr intensiv. In den Vertikalschnitten ist sie sehr flach und kaum als Wellung im engeren Sinn zu bezeichnen.
Im Flachschnitt hauptsächlich 0,06 / 0,012 , über längere Strecken regelmäßig. Vor allem in den tieferen Bereichen kommen breitere phasen-gleich parallel gewellte Bänder vor.

Unterschenkel - Streckseite

1. Corium-Dicke : 2,7 - 3,15 mm

2. Haaraussparungen :

	Abstand	Maße
oben	1,71 (0,9 - 2.2)	0,39 (0,27 - 0.45)
		0,52 (0,45 - 0,67)
unten	1,75 (1,35 - 2.2)	0.64 (0.40 - 0.76)
		0,82 (0,59 - 0,95)



3. Horizontalverlauf :

Es lassen sich zwei, im Prinzip senkrecht zueinander stehende Fasersysteme erkennen, wobei besonders in den oberen Schichten eine Faserrichtung überwiegt. Man findet in beiden Systemen 0,14 - 0,22 mm breite phasen-gleich parallel gewellte Faserzüge. Die Fasern einer Richtung schließen Winkel bis 55° ein, meistens jedoch zwischen 35 - 50°.

4. Vertikalverlauf :

In beiden Schnitten findet sich vor allem in den oberflächlichen Schichten ein schichtweiser Aufbau.

// : Die Längsschnitte schließen Winkel von 25 - 40° ein. Eine Maschenzeichnung ist nicht vorhanden.

+ : Die Winkel streuen hier etwas weiter als im //-Schnitt. Man erkennt eine deutliche Maschenzeichnung mit einer Breite der Maschen von 0,06 - 0,168 mm.

5. Bündeldicke : oben 0,02 (0,0052 - 0,042)
mitte 0,052 (0,0104 - 0,164)
unten 0,065 (0,0312 - 0,125)

6. Wellung :

Die Wellung ist nicht sehr intensiv. Man findet in den oberen Lagen neben Wellen von 0,048 / 0,024 , 0,036 / 0,012. 0,048 / 0,012 auch gestreckte Faserzüge. In den tieferen Lagen ist die Wellung vor allem 0,06 / 0,024, 0,06 / 0,036, aber auch 0,048 / 0,024, 0,048 / 0,036. Vor allem in der Tiefe erkennt man breite phasengleich parallel gewellte Faserlagen bis zu 0.45 mm Breite.

Fußrücken

1. Corium-Dicke : 1,4 - 2 mm

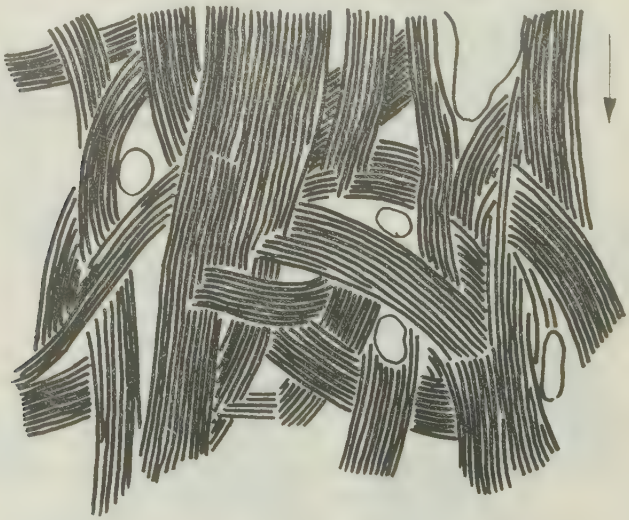
2. Haaraussparungen : Im Präparat sind keine Haarfollikel vorhanden.

3. Horizontalverlauf :

Stark bevorzugte Hauptrichtung mit Winkeln von 15 - 25°, vereinzelt auch 30 - 50°. Ganz wenige Fasern sind um 90° zur Hauptrichtung versetzt. Das gilt vor allem für die oberflächlichen Schichten. In der Tiefe nimmt der Anteil dieser Faserbänder stark zu. Dort treten dann auch größere Aussparungen für die Hauteinschlüsse auf, wie Fett und Gefäße.

4. Vertikalverlauf :

// : Oberflächlich vor allem Querschnitte.



+ : Oberflächlich vor allem Längsschnitte.

In den tieferen Lagen gleichen sich die Schnitte in ihrem Verhältnis an Längs-, Schräg- und Querschnitten an. Eine Maschenzeichnung ist bei beiden Schnitten nicht zu erkennen, der Aufbau ist schichtweise.

5. Bündeldicke : oben 0,014 (0,0025 - 0,03)
unten 0,05 (0,016 - 0,094)

6. Wellung :

Oben wird die wenig intensive Wellung oft von gestreckten Faserzügen unterbrochen : 0,036 / 0,012
0,048 / 0,024

In den tieferen Lagen ist die Wellung durchgehend:
0,048 / 0,024
0,06 / 0,024

Handrücken

1. Corium-Dicke : 1,35 - 1,58 mm

2. Haaraussparungen :

	Abstand	Maße
oben	0,15 (0,135 - 0,18)	0,29 (0,18 - 0,36)
		0,62 (0,45 - 0,90)
unten	0,15 (0,115 - 0,18)	0,73 (0,54 - 1,04)
		0,87 (0,62 - 1,04)

3. Horizontalverlauf :

Deutliche Hauptrichtung mit Fasern, die überwiegend gestreckt in Winkeln von 20 - 30° zueinander verlaufen; größere Winkel finden sich vor und nach den Hauteinschlüssen. Wie bei den meisten Regionen streuen die Winkel in der Tiefe weiter als an der Oberfläche. Das Bild ähnelt dem des Fußrückens.

4. Vertikalverlauf :

// : Überwiegend quergetroffene Fasern. Die Längsschnitte bilden Winkel von 15 - 25°, wodurch eine Gitterstruktur zustande kommt, deren Maschen in der Mehrzahl eine Breite von 0,013 - 0,045 mm haben.

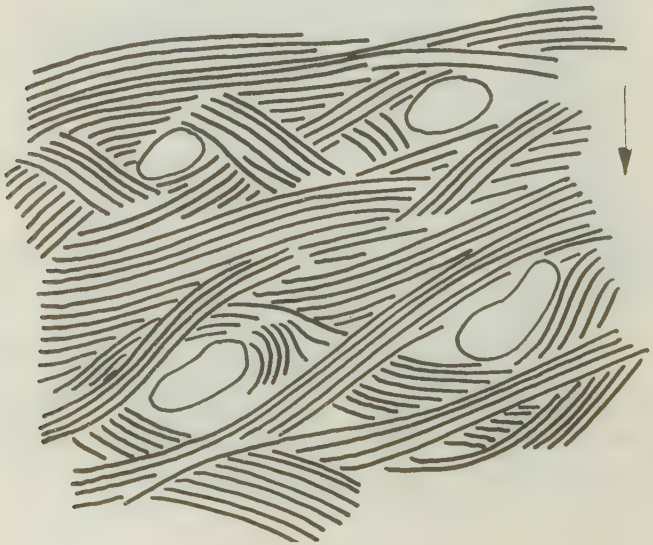
+ : Überwiegend Längsschnitte mit eingeschlossenen Winkeln von bis 35°.

Neben der Gitterstruktur kommt in beiden Schnitten vor allem in der Tiefe ausgedehnter Schichtaufbau vor.

5. Bündeldicke : oben 0,01 (0,0026 - 0,04)
unten 0,04 (0,01 - 0,076)

6. Wellung :

In den oberen Schichten nur wenig un vereinzelte Wellung, die in der Tiefe an Intensität zunimmt : 0,06 / 0,012; 0,096 / 0,012; 0,071 / 0,024, 0,058 / 0,012.



Unterarm - Beugeseite

1. Corium-Dicke : 1,8 - 2,25 mm

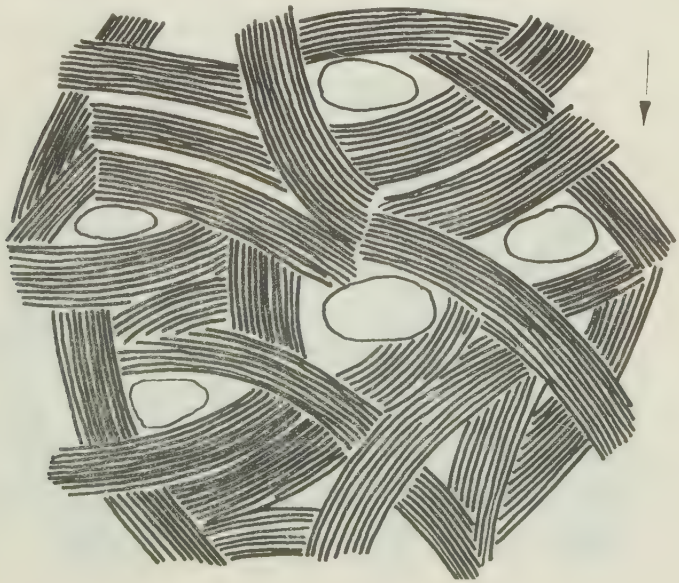
2. Haarausspärungen :

	Abstand	Maße
oben	1,57 (0,9 - 1,8)	0,24 (0,18 - 0,27)
		0,33 (0,27 - 0,36)
unten	1,57 (1,35 - 2,02)	0,36 (0,27 - 0,54)
		0,54 (0,45 - 0,63)

3. Horizontalverlauf : Deutlich ausgeprägte Hauptfaserrichtung mit stark ausgebildeten Nebenrichtungen, die in der Hauptsache im Winkel von 40 - 50° zu ihr verlaufen; unten in zunehmendem Maße Winkel bis 90°.

4. Vertikalverlauf :

// : überwiegend Faserquerschnitte. Die wenigen Längsfasern schließen Winkel von 30 - 40° ein.



In den oberen Schichten ist eine Gitterstruktur zu erkennen (0,05 mm breit), in den tieferen vor allem Schichtbau.

+ : Hier ist das Längsfasersystem an der Oberfläche dichter, sonst ähnlich //.

5. Bündeldicke : oben 0,02 (0,01 - 0,04)
unten 0,06 (0,03 - 0,12)

6. Wellung:

Allgemeine Wellung mit einigen gestreckten Arealen:

von 0,048 / 0,012 bis 0,084 / 0,036.

Unterarm - Streckseite

1. Corium-Dicke : 1,8 - 2 mm

2, Haaraussparungen :

	Abstand	Maße
oben	1,57 (1,12 - 1,8)	0,27 (0,22 - 0,31)
		0,42 (0,36 - 0,45)
unten	1,8 (1,12 - 2,23)	0,69 (0,59 - 0,77)
		0,78 (0,67 - 0,90)

3. Horizontalverlauf :

Es ist eine deutliche Hauptfaserrichtung vorhanden mit stark ausgebildeten Nebenrichtungen. Zwischen den Faserbündeln treten Winkel von bis 40° auf, in der Tiefe auch 70°, vereinzelt 90°.

4. Vertikalverlauf :

// : Oben überwiegend Längsschnitte, nach unten zunehmend quer- und längsgeschnittene Fasern. Die Winkel streuen von 15 - 50°, hauptsächlich jedoch 25 - 30°.

Der Schnitt ist reich an Hauteinschlüssen.

\+ : In den oberflächlichen Schichten mehr quergetroffene Fasern. Die Winkel der Längsschnitte streuen von 20 - 40°; es ist eine leichte Gitterstruktur zu erkennen, besonders oben, mit Breiten von 0,045 - 0,07 mm; tiefer vor allem Schichten.

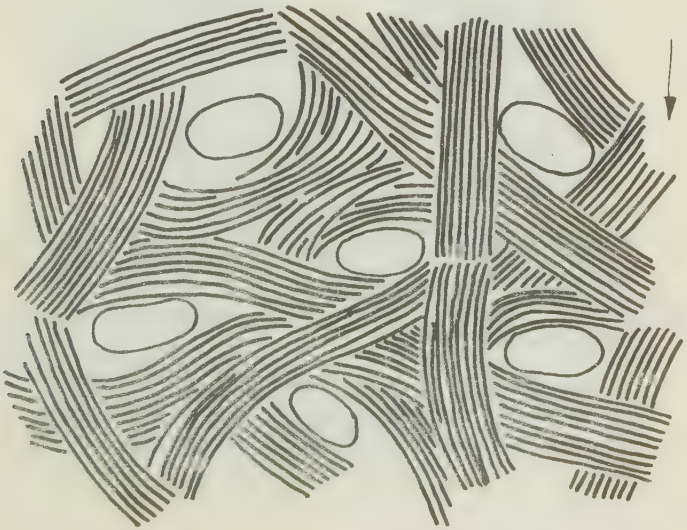
5. Bündeldicke : oben 0,02 (0,01 - 0,04)
mitte 0,05 (0,03 - 0,07)
unten 0,06 (0,03 - 0,12)

6. Wellung :

Oben ist eine starke Wellung vorhanden :
0,072 / 0,012
0,06 / 0,006

tiefer : 0,048 / 0,024
0,06 / 0,024
0,06 / 0,036
0,072 / 0,012

Im Vertikalschnitt : 0,048 / 0,012; 0,06 / 0,024.



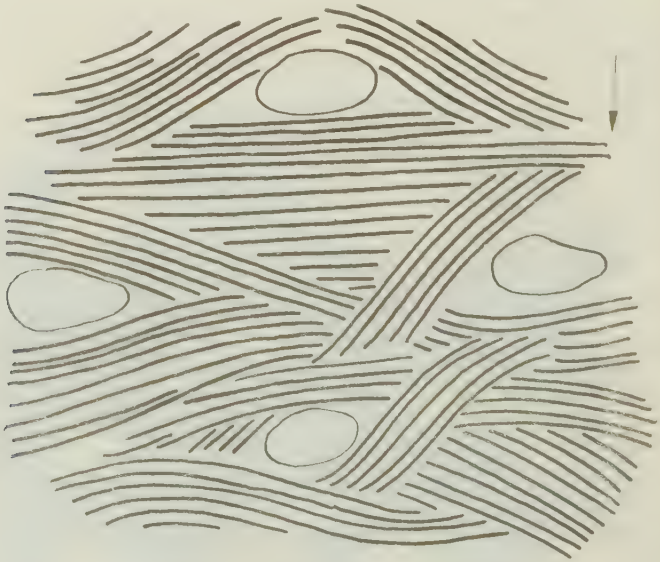
Ellenbeuge

1. Corium-Dicke : 1,8 mm

2. Haaraussparungen :

	Abstand	Maße
oben	1,89 (1,35 - 2,25)	0,28 (0,23 - 0,4)
		0,42 (0,32 - 0,54)
unten	1,7 (1,13 - 2,25)	0,54 (0,45 - 0,63)
		0,67 (0,54 - 0,76)

3. Horizontalverlauf : Eine deutliche resultierende Hauptfaserrichtung ist vorhanden, deren Komponenten Winkel von 40 - 70° bilden. Weitere Streuung der Werte in der Tiefe. Dort lassen sich die Fasern auch besser unterscheiden, da oben das elastische Fasernetz viel dichter ist.



4. Vertikalverlauf :

// : Überwiegend quergeschnittene Fasern, tiefer etwas mehr längs- und schräggeschnittene Fasern mit Winkeln von hauptsächlich 15 - 30°. Es läßt sich kein Maschenwerk feststellen.

+ : Überwiegend Längsfasern, die sich in Winkeln von 15 - 35° überkreuzen. Auch hier schichtweiser Aufbau.

5. Bündeldicke : oben 0,012 (0,0026 - 0,023)
unten 0,036 (0,016 - 0,078)

6. Wellung : Oben flache Wellen von 0,06 / 0,012
0,048 / 0,012
0,084 / 0,012

unten intensivere unregelmäßige Wellung:
0,06 / 0,024
0,06 / 0,036
0,084 / 0,036
0,096 / 0,048

Bereits in den oberen Schichten sind breite Bänder phasen-gleich parallel gewellt; Breite bis 0,9 mm.

Ellenbogen

1. Corium-Dicke : 1,8 - 2,25 mm

2. Haaraussparungen :

	Abstand	Maße
oben	2,07 (1,8 - 2,2)	0,54 (0,45 - 0,67)
		0,63 (0,5 - 0,77)
unten	gleiche Werte wie oben.	

Unten treten zusätzlich durch andere Hauteinschlüsse Aussparungen von unterschiedlicher Gestalt und Größe auf, die wahllos angeordnet sind.

3. Horizontalverlauf :

Die Fasern verlaufen in Winkeln von 0 - 90° zueinander. Meist sind es gerade, phasengleich parallel gewellte Bänder, die sich überkreuzen. Eine bevorzugte Richtung läßt sich an den oberen Schnitten mit Sicherheit nicht feststellen; in der Tiefe ergibt sich ein leichtes Überwiegen einer Richtung.

4. Vertikalverlauf :

In beiden Schnitten beträchtliche Anteile an Längs- und Querschnitten, in beiden Gitterstruktur.

\+ : Gestreckte Fasern mit kleinen Gitterwinkeln von 10 - 25°. In der Tiefe überwiegen die Querschnitte. Die Hautoberfläche ist wenig gewellt.

// : Stark gewellte Oberfläche. Größere Gitterwinkel als in + , bis 35°. Vereinzelte durch die Wellung der Hautoberfläche steilstehende Faserbündel.

Breite der Maschen : // 0,09, 0,13, 0,17
\+ 0,04, 0,09, 0,013

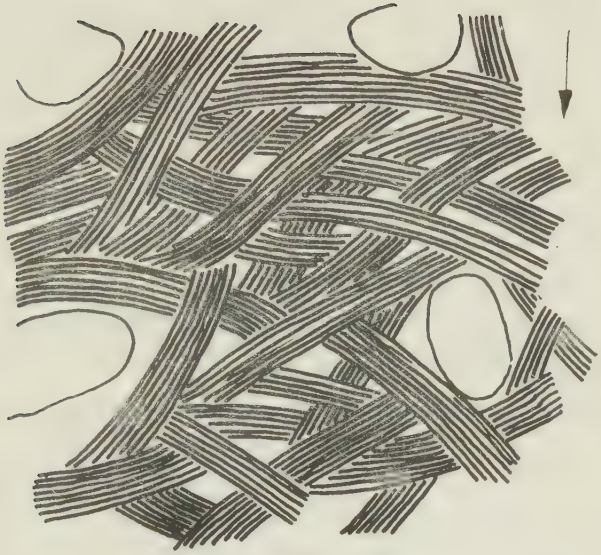
5. Bündeldicke : Große, durch feine Konturen unterteilte Querschnitte: oben 0,0078 (0,0026 - 0,015)
unten 0,027 (0,01 - 0,054)

6. Wellung :

Intensive regelmäßige Wellung, besonders in der Tiefe:

	bzw.	
0,048 / 0,012		0,036 / 0,012
0,06 / 0,012		0,036 / 0,024
0,072 / 0,036		0,048 / 0,024
		0,06 / 0,024

Breite phasengleich gewellte Bänder bereits an der Oberfläche.



Oberarm - Beugeseite

1. Corium-Dicke : 1,35 - 1,8 mm

2. Haaraussparungen :

	Abstand	Maße
oben	1,71 (1,13 - 2,25)	0,43 (0,31 - 0,54)
		0,17 (0,13 - 0,225)
unten	1,8 (1,35 - 2,25)	0,52 (0,36 - 0,63)
		0,78 (0,59 - 0,9)

3. Horizontalverlauf :

Es ist eine Hauptfaserrichtung zu erkennen mit gut ausgeprägten Nebenrichtungen, die Winkel bis 90° einschließen.

4. Vertikalverlauf :

Die beiden Schnitte sind kaum zu unterscheiden, in beiden finden sich quer- und unter verschiedenen Winkeln schräggeschnittene Fasern, die parallel zur Oberfläche ausgerichtet sind.

Eine Gitterstruktur ist nicht vorhanden, der Aufbau ist schichtweise.

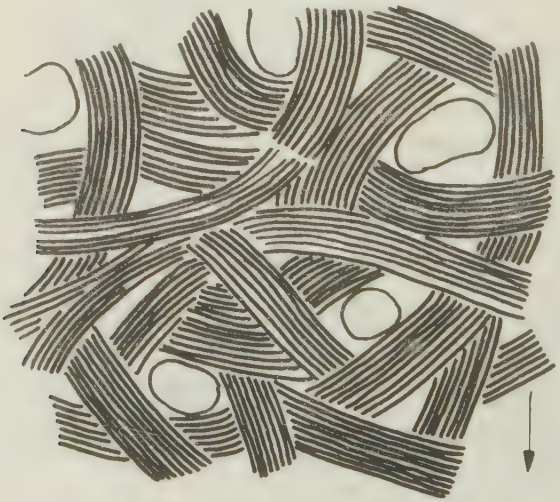
5. Bündeldicke : oben 0,02 (0,01 - 0,047)
unten 0,05 (0,023 - 0,065)

6. Wellung :

Allgemeine Wellung von 0,06 / 0,012;0,024; 0,036;

oben bis unten 0,06 / 0,012
0,06 / 0,036
0,048 / 0,024
0,048 / 0,036

Nur schmale phasen-gleich parallel gewellte Bänder.



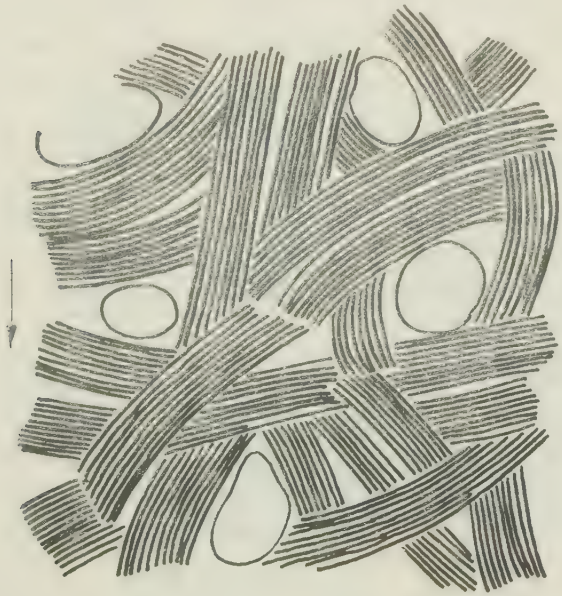
Oberarm - Streckseite

1. Corium-Dicke : 2,25 - 2,7 mm

2. Haaraussparungen :

	Abstand		Maße	
oben	1,25	(0,9 - 1,58)	0,23	(0,14 - 0,32)
			0,40	(0,23 - 0,45)
unten	1,44	(0,9 - 2,25)	0,51	(0,45 - 0,68)
			0,64	(0,50 - 0,86)

3. Horizontalverlauf : Eine deutlich bevorzugte Hauptfaserrichtung ist vorhanden, deren Komponenten sich in Winkeln von hauptsächlich 30 - 40° begegnen. Die Winkel werden in den tieferen Bereichen größer und der Anteil der oben nur gering ausgebildeten quer zur Hauptrichtung verlaufenden Fasern nimmt zu.



4. Vertikalverlauf :

// : Überwiegend Längsschnitte oben.

+ : Überwiegend Quer- und Schrägschnitte oben.

In der Tiefe überwiegen in beiden, v.a. aber in + die Längsschnitte. Die Fasern haben sich dort zu bis 0,14 mm breiten Bändern zusammengeschlossen. Sie sind meist gewellt.

Der Verlauf ist parallel zur Oberfläche, der Aufbau schichtweise; vereinzelte Maschen sind 0,09 - 0,135mm breit, die Winkel 20 - 50°.

5. Bündeldicke : oben 0,012 (0,0054 - 0,025)
unten 0,052 (0.024 - 0.094)

6. Wellung :

An der Oberfläche ist die Wellung nicht sehr ausgeprägt. Es finden sich zahlreiche Bereiche mit gestreckten Fasern, meist in der Umgebung von Haarfollikeln. Unten ist die Wellung intensiver und deutlicher:

0,06 / 0,024
0,048 / 0,024
0,06 / 0,012

Im Vertikalschnitt bis 0,135 mm breite gewellte Bänder.

Achsel

1. Corium-Dicke : 0,67 - 1,1 mm

2. Haaraussparungen :

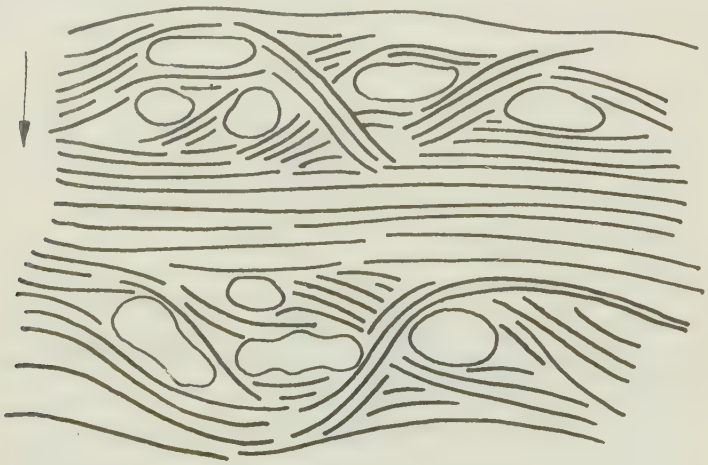
	Abstand	Maße
oben	1,43 (0,67 - 2,25)	0,43 (0,27 - 0,59)
		0,64 (0,495 - 0,81)
unten	1,19 (0,67 - 2,25)	0,48 (0,27 - 0,68)
		0,6 (0,32 - 0,77)

Die Aussparungen sind sehr unregelmäßig angeordnet, man erkennt jedoch eine Anordnung in Reihen oder Gruppen.

3. Horizontalverlauf :

Die Fasern der Hauptrichtung, die deutlich zu erkennen sind, laufen meist annähernd parallel, ohne größere Winkel miteinander zu bilden. Diese treten bis zu 90° erst dort auf, wo die Fasern vor einem Hindernis auseinanderweichen und sich danach wieder treffen. Ein geringer Anteil von senkrecht zur Hauptrichtung verlaufenden Fasern ist vorhanden.

Die Fasergrenzen lassen sich im Flachschnitt auch bei starker Vergrößerung nicht mit Sicherheit feststellen, vor allem wegen der starken Durchsetzung mit elastischen Fasern.



4. Vertikalverlauf : Im Verhältnis zur Dicke sehr große Hauteinschlüsse.

// : Überwiegen der Quer- und Schrägschnitte.

+ : Starkes Überwiegen der Längs- und Schrägschnitte.

Nur schichtweiser Aufbau.

5. Bündeldicke : Die Fasern sind etwas dünner als am Oberarm, sie erreichen auch in der Tiefe nicht mehr als 0,01 (0,0026 - 0,023).

6. Wellung : Im Flachschnitt kurze Wellung von

0,024 - 0,036 / 0,012

in der Hauptsache. Phasen-verschobene Wellung parallel verlaufender Faserbündel.

Penis

1. Corium-Dicke : 2 - 2,5 mm

3. Horizontalverlauf : Ein geringes Überwiegen einer Richtung läßt sich vermuten. Die Fasern begegnen sich in breiten Bändern oft in Winkeln von bis 90°.

Eine Differenzierung der Fasern ist nur sehr schlecht möglich wegen ihrer geringen Maße, der starken elastischen Überlagerung und der parallelen Wellung.

4. Vertikalverlauf :

Die Vertikalschnitte sind kaum zu unterscheiden. Durch die starke Wellung ergeben sich auch beim Schnitt parallel zur Hauptrichtung Querschnitte.

In den oberen Regionen lassen längsverlaufende elastische Fasern auf dazugehörige kollagene Bündel schlies-

sen. Man erkennt dabei stellenweise eine Abwechslung der verschiedenen Schichten, die eine Dicke bis zu 5 Faserdurchmessern erreichen. Eine Gitterstruktur ist nicht zu beobachten.

Da die Faserschichten in allen drei Ebenen des Koordinatensystems gewellt sind, ergeben sich je nach dem Grad der Wellung und der Neigung zur Horizontalen die verschiedenen Schnittbilder.

Im Schnitt // ist die Dichte der elastischen Fasern, die längsgeschnitten sind, größer als im Schnitt +.

5. Bündeldicke :

Auffallend dünne Fasern, die oben und unten in ihrer Dicke nicht zu unterscheiden sind. Gemessen wurde:

$$0{,}012\ (\ 0{,}0054 - 0{,}024\ )\ mm^2.$$

6. Wellung:

Allgemeine kurze intensive Wellung

0,036 / 0,012
0,048 / 0,024
0,048 / 0,036
0,048 / 0,048
0,06 / 0,036
0,06 / 0,048
0,084 / 0,048

Geringe Phasenunterschiede verhindern ein geordnetes Streifenmuster der breiten parallellaufenden Bänder.

Leistenhaut

1. Corium-Dicke : Handfläche 1,35 - 1,8 mm
   Fußsohle 2,25 - 2,7 mm

2. Haaraussparungen : Die Leistenhaut ist haarlos.

3. Horizontalverlauf : In den oberflächlichen, subepidermalen Bereichen findet man zarte Fasern, deren Richtung den Leisten parallel läuft. Tiefer kommen vermehrt Fasern der Querrichtung dazu. Man erkennt dort zwei sich kreuzende Rautengitter kollagener Fasern; elastische Fasern sind kaum vorhanden. Die Faserbündel eines Gitters überschneiden sich in Win-

Kein von 35 - 45° in der Mehrzahl, die Gitter mit 90°. In den polygonalen Maschen der Gitter befinden sich Querschnitte vertikaler Faserbündel, sowie die Querschnitte von Drüsenausführungsgängen, die von kollagenen Fasern mantelartig umgeben werden. Die Abstände dieser Ausführungsgänge sind auf den Leisten:

0,4 (0,18 - 0,5) mm
0,45(0,27 - 0,67) mm

4. Vertikalverlauf : Im leistenparallelen Schnitt erkennt man unmittelbar unter der Epidermis einen 0,024 - 0,035 mm breiten Saum längsgeschnittener Fasern. Darunter beginnt das System der Scheren- oder Rautengitter mit Maschen und Querschnitten. Die Maschen sind 0,18 - 0,3 mm lang und 0,036 - 0,084 mm breit, die Winkel zeigen Werte von 30 - 50°. Die Maschen sind ausgefüllt mit Faserquerschnitten; dazu kommt ein großer Anteil vertikaler Faserbündel, die als solche oft nur über kurze Strecken zu verfolgen sind, oft nur innerhalb einer Masche. Daneben gibt es breite vertikale Faserbündel, die aus der Subcutis aufsteigen und sich, wenn sie nicht einem Drüsenausführungsgang folgen, wurzelartig in dem Fasersystem verzweigen. An der Grenze zur Subcutis kann man dichte sehnenartige Faserbänder erkennen bis zu 0,15 mm Breite. Der Schnitt quer zu den Leisten zeigt Unterschiede nur in den oberen Schichten, die hier vor allem aus Querschnitten bestehen.

5. Bündeldicke : Im Flachschnitt gemessen

0,06 (0,03 - 0,09) mm^2

6. Wellung : Die Fasern verlaufen gestreckt.

Diskussion der Ergebnisse

1. Corium-Dicke : Dazu siehe Tabelle II.
Es bestätigen sich hier die regionalen und altersbedingten Unterschiede (S o u t h w o o d (39). s. auch Seite 41) im Prinzip. Die Frage der Geschlechtsunterschiede konnte nicht untersucht werden, da keine weiblichen Leichen zur Verfügung standen. Hier würde es auch interessieren, ob die altersbedingten Unterschiede bei beiden Geschlechtern zeitlich parallel verlaufen, bzw. wie groß eventuelle Differenzen sind.
2. Haaraussparungen : In Tabelle I sind die Hautregionen zusammengestellt in der Reihenfolge der Werte ihrer Aussparungeabstände und Flächenmaße (der Einfachheit halber wurden die Rechteckflächen verwendet, die sich aus dem Produkt der beiden gemessenen Durchmesser ergeben) in der Mitte der tieferen retikulären Schichten.
Daraus läßt sich das Verhältnis ablesen zwischen der Fläche, die im Flachschnitt von den Aussparungen eingenommen wird, und derjenigen, die für die Faserstrassen übrigbleibt. Ein kaum zu vermeidender Unterschied im Schnittniveau muß dabei jedoch bei einem Vergleich der Regionen als mögliche Fehlerquelle berücksichtigt werden.
Die roten Verbindungslinien in der Tabelle I (S. 93) geben diejenigen Regionen an, bei denen das Verhältnis zugunsten der Aussparungen verschoben ist, umso mehr,

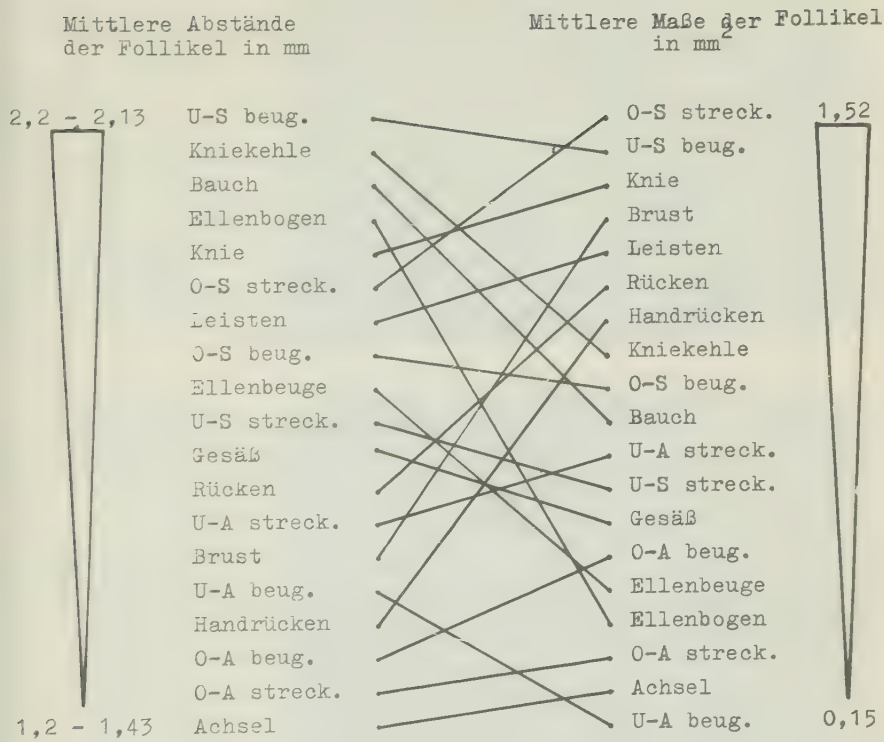


Tabelle I : Beziehungen zwischen den Abständen und den Flächenmaßen der Haaraussparungen; Erklg. im Text.

je steiler die Linie verläuft; umgekehrt und in gleichem Maße gilt das für die schwarzen Linien.

Die Abstände der Haarfollikel werden mit dem Alter größer (s. Abb. Seite 95 - 98); vom Kind zum Erwachsenen - wo das besonders deutlich zum Ausdruck kommt - wahrscheinlich mehr durch Wachstum, von erwachsener zur Altershaut mehr durch Dehnung der Haut bedingt. Gleiches gilt für die Größe der Aussparungen: Beim Kind klein, wachsen sie bis

zur Größe der erwachsenen Maße, um sich dann mit dem Nachlassen der Elastizität der Haut noch auszuweiten. Während die mittleren Abstände der Aussparungsmittelpunkte bei ein und demselben Hautstück in den oberen und unteren Coriumschichten gleich sind - sie erfahren in der Tiefe wegen der verschiedenen Stellungen der Haare zur Oberfläche der Haut lediglich eine relative Verschiebung zueinander -, nimmt die Größe der Aussparungen mit der Tiefe zu (s. Tab. II)

Die Form der Aussparungen im Flachschnitt zeigt ebenfalls eine Abhängigkeit von der Hauttiefe, von der Region und gering auch vom Alter.

Mit der Tiefe werden die Felder - gleich welcher Form an der Oberfläche - runder, die Differenz zwischen den beiden gemessenen Durchmessern nimmt ab. In den subcutisnahen Bereichen findet man zusätzlich unterschiedlich große multiforme Aussparungen, die meist von Fettläppchen oder größeren Gefäßen gebildet werden. Regional verschieden sind die Formen der Felder in Abhängigkeit von der Verteilung der Fasern in die einzelnen Richtungen (s. S. 95 a und 95 b). Je stärker eine Faserrichtung bevorzugt ist, desto größer ist der Unterschied der beiden Durchmesser. Die Faserverteilung wird im nächsten Abschnitt eingehender behandelt. Ausnahmen von dieser Regel ergeben sich dort, wo die Haare quer zur Hauptfaserrichtung in Gruppen (meist zu dritt) nebeneinander stehen. Dann zeigt zwar jeder einzelne Haarfollikel eine ovale Form in Richtung der Fasern, die hier interessante Aussparung

henkel –
Beugeseite

re (männi.)

tung: Gelatine
schnitte: pol.L.

Abb. 27: oben

Abb. 28: mitte

Abb. 29: unten

strich: 0,045mm

Vertikalschnitt:

schwach polarisiert

//

Abb. 30 :

+

1 Teilstrich: 0,045mm

Abb. 31 :

Vertikalschnitt:

unpolarisiert

Abb. 32 :

+

1 Teilstrich: 0,0026mm

Oberschenkel - Beugeseite

5 Monate (männl.)

Einbettung: Eukitt

Flachschnitte pol.

oben

Abb. 33 :

mitte

Abb. 34 :

unten

Teilstrich: 0,045mm

Abb. 35 :

Oberschenkel -
Beugeseite

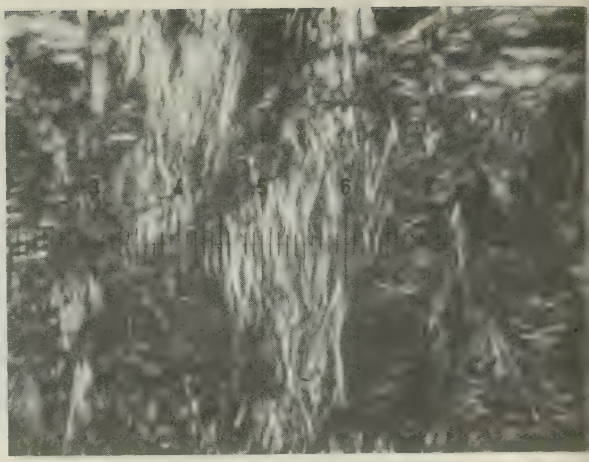
79 Jahre (männl.)

Einbettung: Eukitt

Flachschnitte: polarisiert

oben

Abb. 36 :



mitte

Abb. 37 :

unten

1Teilstrich: 0,045mm

Abb 38 :

rschenkel -
Streckseite

Jahre (männl.)

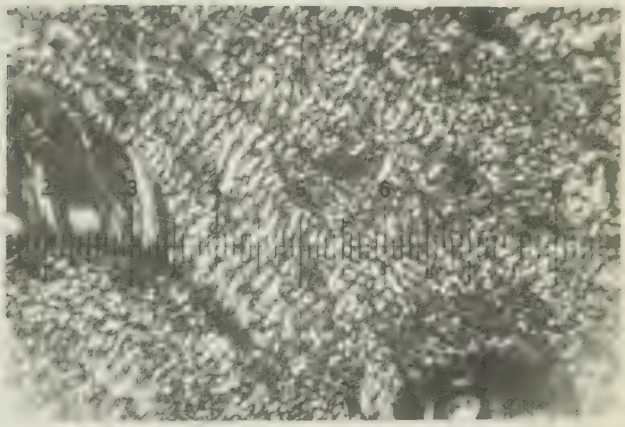
bettung: Gelatine
chschnitte: pol. L.

oben

Abb. 39 :

mitte

Abb. 40 :



unten

Abb. 41 :

Teilstrich: 0.045 mm

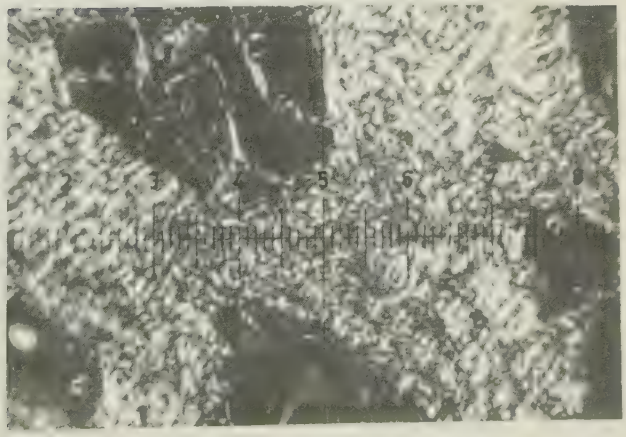


Tabelle II

Werte in mm:	Corium Dicke	Abstand d. Follikel	Flächenmaße d.Aussparg.	Dicke der Faserbündel	bevorz. Richtg.	Wellun
Brust	2,3-2,7	1,5-1,8	0,47/0,52 0,87/0,94	0,042	+	+
Rücken	4,5-4,9	1,7 - 1,7	0,4 /0,63 0,79/0,81	0,15	+	+
Abdomen	3,6-4,5	2 - 2,15	0,4 /0,48 0,73/0,84	0,068	+++	+++
Gesäß	3,3-3,6	1,7 - 1,7	0,94/0,78 0,85/0,53	0,034	+	++
Leistenbg.	1,3-2	2	0,65/1,17	0,035	+++	++
O-S-Str.	2,2-2,7	2	0,99/0,67 1,62/0,94	0,04	++	++
O-S Beug.	2,7-3,2	1,94-2,02	0,67/0,45 0,9 /0,68	0,057	+	+
Kniekehle	1,8-2,25	2,12	0,47/0,71 0,67/0,94	0,045	+++	+
Knie	2,3-2,5	2 - 1,9	0,66/0,89 0,99/0,84	0,048	++	++
U-S Beug	1,8-2,25	2,2-2,12	0,67/0,4 0,81/0,04	0,045	+	++
U-S Str.	2,7-3,2	1,71-1,75	0,39/0,53 0,64/0.82	0,065	+	++
F.Rücken	1,4-2			0,05	++	+
H.Rücken	1,35-1,61,5 -1,5		0,29/0.62 0,73/0,87	0,04	++	+
U-A Beug.	1,8-2,3	1,57	0.24/0.33 0.36/0.54	0,06	+	+
U-A Str.	1,8-2	1,57-1,8	0,27/0,42 0,69/0,78	0,06	+	+
Ell.beuge	1,8	1,89-1,7	0,28/0,42 0,54/0,67	0,036	++	++
Ell.bogen	1,8-2,3	2,07	0,54/0,63	0,027	(+)	++
O-A Beug.	1,4-1,8	1,71-1,8	0,43/0,17 0.52/0.78	0,05	+	++
O-A Str.	2,3-2,7	1,25-1,44	0,23/0,40 0,51/0,64	0,052	++	+
Achsel	0,67-1,1	1,43-1,2	0,42/0,64 0,48/0,6	0,01	+++	+
Penis	2,0-2,5			0,012	+	+++

um die ganze Gruppe aber ist quer zu dieser Richtung ausgezogen. Dort, wo keine Faserrichtung bevorzugt ausgeprägt ist, nähert sich die Form der Aussparungen mehr oder weniger dem Kreis (s. auch Seite 46, Schemabilder).

3. Horizontalverlauf :

Die Unterschiede der Strukturbilder des horizontalen Faserverlaufs bewegen sich innerhalb der Grenzen, die von den drei Schemabildern auf Seite 46 gesetzt sind. Sie sind abhängig von

x. der Schnittebene im Corium
y. der Region und
z. dem Alter der Haut

x) In den oberflächlichen Bereichen des Coriums beherrschen wegen der Kleinheit der Aussparungen die Fasern das Feld. Sie sind dort sehr fein und sehr dicht gedrängt; deswegen und wegen einer relativ starken Durchwachsung mit elastischen Netzen sind sie sehr schwer voneinander zu trennen. Man findet auch selten breitere phasengleich gewellte Bänder parallel verlaufender Fasern. Diese treten meist erst im mittleren Drittel des Coriums deutlicher hervor und sind in den unteren Schichten dann besonders ausgeprägt. In der Tiefe wird der Verlauf und die Breite der Faserstrassen immer zwingender von den dort stark geweiteten Aussparungen bestimmt. Das führt zu einer Vereinfachung und Vergröberung der Struktur, die für den Beobachter leichter zu analysieren ist (Vergleiche Abb. 95 - 98).

Während in den oberen Schnitten die Faserfelder von mehreren sich überschneidenden Faserbändern und Strängen gebildet werden, kann es in den unteren Bereichen so weit gehen, daß die Faserstraßen nur von einem einzigen Band benutzt werden. Eine oben bevorzugte Faserrichtung ist dann in der Tiefe oft nicht mehr zu erkennen. Da sich diese Veränderungen bei allen Schnitten in gleicher Weise finden, ist es bisweilen sehr schwierig, in der Tiefe Regionen an Hand der Faserverteilung zu unterscheiden, die sich in höheren Schnitten trennen lassen.

γ) Hier läßt sich eine Einteilung treffen nach der Verteilung der Fasern einer Schnittebene in die verschiedenen Richtungen:

a. Regionen mit einer stark bevorzugten Faserrichtung

b. Regionen ohne bevorzugte Faserrichtung

zu a. Die Hauptvertreter dieser Gruppe sind :

Bauch, Leistenbeuge, Kniekehle, Achsel

Dort verlaufen fast alle Fasern parallel in einer Richtung, ein kleiner Rest nur weicht davon in Winkeln bis zu 90° ab. Damit kommen diese Hautstücke dem Schemabild I sehr nahe.

Weniger extrem ist das Bild bei den Regionen, die in Tabelle III (Seite 102) mit ++ bezeichnet sind. Bei ihnen weichen die vorhandenen Faserrichtungen weniger als 45° von e i n e r gedachten oder auch von Fasern dargestellten Resultierenden, eben der Haupt-

Region	H.richtung	∢i.Flachschn.	∢i.Vertikalschn. oben	unten	Bänder
Brust	+	- 55	25 -	55	+
Rücken	+	- 90			+
Bauch	+++	(0 - 15)	25 -	50	++++
Gesäß	(+)	- 90	25 -	55	+
Leisten	+++	0! -(90)	15 -	25	(+)
O-S streck	++	- 40			+++
O-S beug	+	50 - 90	15 -	35	++
Kniekehle	+++	0! - 15			(+)
Knie	++	- 40	25 -	50	++
U-S beug	+	- 90	20 -	30	+
U-S streck	+	- 90	25 -	40	++
F.rücken	++	- 90			++
H.rücken	++	20 - 30	15 -	35	+
U-A beug	+	40 - 50(90)	30 -	45	+
U-A streck	+	40 - 90	15 -	50	++
Ellbeuge	++	40 - 70	15 -	35	+
Ellbogen	(+)	- 90	10 -	35	+++
O-A beug	+	- 90			++
O-A streck	++	30 - 40	20 -	50	++
Achsel	+++	0! -(90)			(+)
Penis	(+)	- 90			+

Tabelle III : Maße und vergleichende Angaben aus den mittleren Bereichen des Coriums (Mittelwerte)

richtung, ab. Die Winkel sind gemessen zwischen den Tangenten der meist gebogenen Faserstränge. Die Faserbänder können - zur weiteren Unterscheidung - mehr gestreckt verlaufen, indem sie schräg an den Aussparungen vorbeiziehen (Knie, Fußrücken, Oberarm - Streckseite, Brust), oder sie können in verschieden weitem Bogen die Haarfollikel umfließen, um sich davor und dahinter im angegebenen Winkelbereich zu über-

schneiden. Dabei tauschen sowohl die Bänder einer Schicht als auch die Bänder verschiedener Schichten Fasern aus (s. auch nächsten Abschnitt). Zu dieser zweiten Gruppe gehören:

Ellenbeuge, Handrücken, Oberschenkel-Streckseite.

zu b. Auch die Regionen mit einer im Vergleich zu den anderen geringen Bevorzugung einer Faserrichtung zeigen unterschiedliche Bilder, die sich einteilen lassen in solche mit

aa) wenigen (mindestens zwei) unterschiedlichen Faserrichtungen :

Unterschenkel-Beugeseite	Rücken
Unterschenkel-Streckseite	Penis
Fußrücken (nur in der Tiefe)	
Ellenbogen	

und bb) vielen unterschiedlichen Faserrichtungen :

Gesäß
Oberschenkel-Beugeseite
Unterarm-Beuge- und Streckseite
Oberarm-Beugeseite

Die Leistenhaut könnte hier hinzugefügt werden, sie ist aber in anderen Punkten so verschieden, daß sie als Sonderfall getrennt behandelt werden soll.
Im Hinblick auf die beiden eben genannten Gruppen läßt sich ganz allgemein sagen, daß die Faserbänder, aus denen sich eine Struktur aufbaut, umso breiter sind, je einfacher die Struktur ist, d.h. je weniger Faserrichtungen an dem Aufbau beteiligt sind. Daraus läßt sich direkt der Grad der Verwebung einer Faser-

struktur ablesen; dieser drückt sich im Horizontalschnitt durch eine große Vielfalt der Verlaufsrichtungen möglichst dünner Faserbündel aus. Die Ähnlichkeit mit einem Filz ist hier sehr groß. Im kollagenen Fasersystem kommt noch das Verwachsensein aller Faserbündel miteinander hinzu, das durch einen mehr oder weniger starken Faseraustausch zwischen den Bündeln zustande kommt.

Maximal ist dies der Fall bei der Lederhaut. Dort sind oft nicht einmal die Fasern eines Bündels parallel gerichtet; je nach der Zu- und Abgangsrichtung der Fasern erscheint ein solches Bündel mehr oder weniger stark verdrillt. Da die Fasern jedoch geradlinig verlaufen und die Struktur systematisch aufbauen, im Gegensatz zu dem systemlosen Durcheinanderlaufen der Fasern in den entsprechenden Regionen der Felderhaut, ergibt sich im polarisierten Licht das Bild der Rautengitter (s. Seite 52).

Den größten Verwebungsgrad besitzen bei der Felderhaut die Regionen der Gruppe bb) (s. Seite 103).

Die im Zusammenhang mit der Verwebung gemachte Aussage über die Breite der Bänder erfordert eine Einschränkung: Aus wohl mechanischen Gründen kann es sein, daß parallel gerichtete Fasern nicht zu einem Band - zu dem nach der Definition bei der Wellung der Felderhaut die Phasengleichheit gehört - zusammengeschlossen sind. So in

der Achselhaut, wo die Wellenbänder nur sehr schmal sind, obwohl nahezu alle Fasern parallel verlaufen. Das Bild gleicht im polarisierten Licht eher einem petit-point-Muster; anders in der Bauchhaut, wo bei den gleichen Vorbedingungen im polarisierten Licht eine breite Querstreifung der Faserbänder zu erkennen ist als Ausdruck einer phasengleichen Wellung. Gut ausgeprägte Bänder finden sich außerdem in der Haut von :

Leistenbeuge (Altershaut)
Oberschenkel - Streck- und Beugeseite
Unterschenkel-Streckseite
Fußrücken
Unterarm-Streckseite
Ellenbogen

Die übrigen Regionen zeigen schmalere Bänder. Zuweilen kann es sein, daß sich Fasern verschiedener Richtungen über kurze Strecken so aneinanderlegen, daß ein breites phasengleich gewelltes Band entsteht.

z) Hierzu siehe Seite 108.

4. Vertikalverlauf : Siehe auch Seite 48.

Die hier erkennbaren Unterschiede im Aufbau der oberen und unteren Coriumschichten sind bei allen Regionen vorhanden : Die oberflächlich kleinen, flachen, feinfaserigen Maschen werden in der Tiefe länger und weiter und sind aus dickeren Faserbündeln aufgebaut. Die Fasern verlieren dort auch meist ihre Streckung, werden unregelmäßig gewellt und verlaufen steiler, sodaß der Schnitt unten viel lockerer

aussieht als in den dicht gepackten oberen Schichten. Diese Vergröberung der Struktur stellt sich besonders gut dar, wenn man den mit einer spezifisch leichteren Flüssigkeit (Alkohol) durchtränkten Vertikalschnitt auf die Oberfläche einer spezifisch schwereren Flüssigkeit (Wasser) legt. Beim Auseinanderweichen des leichteren Mittels werden die Maschen gleichmäßig auseinander gezogen, was eine leichtere Beobachtung zuläßt. Für die Beurteilung der regionalen Strukturunterschiede sind vor allem die längsgeschnittenen Fasern interessant. Das spezielle Verhalten der Leistenhaut ist auf Seite 50 genauer beschrieben; die Regionen der Felderhaut zeigen abgesehen von der Coriumdicke im Vertikalschnitt nur geringe Unterschiede. Diese bestehen vor allem in der Steilheit der Längsfasern und der Gestalt der von ihnen gebildeten Maschen. Da die Maschen aber bei der angewandten Schnittführung nicht überall sicher zu messen sind, sind sie für einen Vergleich nicht zu verwenden. Dazu eignen sich jedoch die Winkel, die die Längsfasern einschließen. Sie sind in der Tabelle III (S. 102) angegeben. An Brust, Rücken, Bauch und Gesäß und an den Streckseiten der Extremitäten sind die Winkel um weniges größer, der Faserverlauf also steiler, als bei den übrigen Regionen.

5. Bündeldicke :

Die gemessenen Werte sind in der Tabelle II angegeben;

es sind die Werte der tiefen Schichten. Bei allen Vertikalschnitten gehen die feinen Bündel der oberen Schichten mit zunehmender Tiefe in dickere Fasern über.

Die regionalen Unterschiede lassen sich aus folgender Skala ablesen, wo die Regionen der Faserbündeldicke nach aufgeführt sind:

1. Rücken
2. Abdomen
3. Unterschenkel-Streckseite
4. Unterarm-Beugeseite
5. Unterarm-Streckseite
6. Oberschenkel-Beugeseite
7. Oberarm-Streckseite
   (Leistenhaut)
8. Oberarm-Beugeseite
9. Fußrücken
10. Knie
11. Kniekehle
12. Unterschenkel-Beuges.
13. Brust
14. Oberschenkel-Strecks.
15. Handrücken
16. Ellenbeuge
17. Leisten
18. Gesäß
19. Ellbogen
20. Penis
21. Achsel

Bei Ellenbogen und Knie sind die Faserquerschnitte noch unterteilt in kleinere Einheiten (s. S. 54), was in dieser Art sonst bei keiner Region zu beobachten ist.

In junger und alter Haut sind die Fasern dünner als in der erwachsenen Haut.

6. Wellung:

Die allgemeine Wellung der Felderhaut - die Leistenhaut zeigt keine Wellung - ist in den tiefen Schichten meistens weiter und intensiver als in den oberen Schichten. Weiter, aber nicht intensiver ist die Wellung auch in der Altershaut, wo eine Tendenz zur

Streckung besteht. Die Intensität und Deutlichkeit der Wellung ist in Tabelle II durch Kreuze symbolisiert.

Altersunterschiede

Die deutlichste Altersveränderung des Coriums ist die oben beschriebene Dickenabnahme. Diese resultiert aus dem Dünnerwerden der einzelnen Fasern durch eine "Tannierung" im Alter, der die gleiche Reaktion zugrunde liegt, wie sie künstlich bei der Ledergerbung anläuft: Vermehrung der inneren Bindungen im Kollagen-Makromolekül (37, 45).

Weitere Folgen davon sind eine Verdeutlichung der Fasergrenzen, sowie eine Abflachung der Gittermaschen im Vertikalschnitt mit einer Verkleinerung der Gitterwinkel.

Im Horizontalschnitt erkennt man an der Altershaut eine Vergröberung der Struktur und eine stärkere Betonung der Hauptfaserrichtungen gegenüber den Nebenrichtungen. Außerdem drückt sich eine Tendenz zur Streckung der Fasern in größeren, flacheren Wellen aus; die Fasern sind auch häufiger zu breiteren Bändern phasengleicher Wellung zusammengelagert als in junger Haut.

Die Altersunterschiede lassen sich in etwa in folgendem Satz ausdrücken:

Die Säuglingshaut zeigt eher eine proportional verkleinerte Struktur im Vergleich zur erwachsenen Haut,

während die Altershaut eine Verschiebung dieser Proportionen erkennen läßt im Sinne einer Entquellung (dünnere Fasern, flachere Maschen), einer Spezialisierung (stärkere Ausbildung der Hauptfaserrichtungen) und Streckung (Weitung der Wellen).

Schlußbemerkung

Wie die Ergebnisse zeigen, bestehen regionale Unterschiede der Coriumstruktur der menschlichen Haut, die Möglichkeiten zur Charakterisierung der Regionen aus dieser Struktur bieten. Um jedoch eine gerade für forensische Zwecke notwendige hohe Treffsicherheit bei der Lokalisierung isolierter Hautstücke auf der Körperoberfläche an Hand der charakteristischen Merkmale zu erreichen, bedarf es weiterer Untersuchungen zur Abgrenzung der Felder gleicher Struktur.
Von ihrer Ausdehnung ist die Treffsicherheit direkt abhängig.
Der Einfluß weiterer Faktoren auf die Struktur, wie Geschlecht, Ernährungszustand, Ausbildung der Muskulatur, Beanspruchung der Haut, Rasse u.a.m., wirft weitere Probleme auf, die eine Abgrenzung unterschiedlicher Strukturen erschweren soweit es dabei auf statistische Konstanz und damit auf die Brauchbarkeit für forensische Zwecke ankommt.

Zusammenfassung

An vier männlichen Leichen (Alter: 89, 78 und 29 Jahre, sowie 6 Monate) wurden gemäß der auf Seite 30 gezeigten Skizze Hautproben entnommen und nach gleichbleibendem Schema histologisch in drei Ebenen untersucht. Anhand von etwa 400 Gefrierschnitten und ungefähr 350 Mikrophotogrammen wurden Messungen zur Ermittlung topischer Unterschiede der Coriumqualitäten durchgeführt.

Die Ergebnisse lassen sich in folgenden 6 Qualitäten des Coriums ausdrücken:

1. Dicke des Coriums
2. Anordnung und Größe der Haarfollikel bzw. der Aussparungen für sie im Fasergitter
3. Faserverlauf im Horizontal- bzw. Flachschnitt
4. Faserverlauf im Vertikalschnitt
5. Faserdicke und Deutlichkeit der Faserbegrenzung
6. Wellung der Faser

ad 1) Die Haut ist am dicksten am Stamm; an den Extremitäten war am Unterschenkel und Oberarm die Streckseitenhaut deutlich dicker als die Haut der Beugeseiten, während am Unterarm der Unterschied nicht deutlich vorhanden war und sich am Oberschenkel das Dickenverhältnis Beuge-/Streckseite sogar umkehrte.

ad 2) Wichtig ist hier das Verhältnis der Abstände der Haarfollikelaussparungen zu ihrer Fläche im Horizontalschnitt. Wie in den einzelnen Regionen ein Überwiegen des Faseranteils einem zunehmenden Anteil der

Follikelaussparungen weicht, zeigt Tabelle I (ohne Kopfhaut), wo aus der Steilheit der Verbindungslinien der Grad eines Überwiegens des Follikel-bzw. des Faseranteils an der Schnittfläche ersichtlich ist.

ad 3) Die Strukturmodelle der Fasersysteme im Horizontalschnitt der einzelnen Regionen sind aus den drei Schemazeichnungen (S. 46) und deren Kombinationen zu entnehmen.

Es lassen sich unterscheiden

a) Regionen mit einer stark bevorzugten Faserrichtung (Schemabild I, schwächster Verwebungsgrad)

besonders ausgeprägt an: Bauch
Leistenbeuge
Kniekehle
Achsel

weniger ausgeprägt an : Oberschenkel-Streckseite
Handrücken
Ellenbeuge
Brust

(hier umfließen die kollagenen Faserbündel die Haarfollikel)

Knie
Fußrücken
Oberarm-Streckseite

(hier sind die kollagenen Fasern zu gestreckten Bändern zusammengerafft, die sich zwischen den Haarfollikeln schneiden.)

b) Regionen ohne deutlich bevorzugte Faserrichtung

aa) mit wenigen Faserrichtungen (Schemabild II, breite Bänder)

Unterschenkel-Beugeseite

Unterschenkel-Beugeseite
Unterschenkel-Streckseite
Ellenbogen
Penis
Fußrücken (in den tiefen Faserschichten)
Rücken

bb) mit vielen unterschiedlichen Faserrichtungen
(Schema III, schmale Bänder, stärkster Grad der Verwebung)

Gesäß
Oberschenkel-Beugeseite
Unterarm-Beugeseite
Oberarm-Beugeseite
Unterarm-Streckseite

Von den Strukturoildern der Felderhaut hebt sich die Leistenhaut mit ihrem System gekreuzter Rautengitter deutlich ab. Zwischen Handflächen- und Fußsohlenhaut zeigen sich dabei bis auf die Dicke (Fußsohlenhaut dicker als Handflächenhaut) keine charakteristischen Strukturunterschiede.

ad 4) In der Felderhaut verlaufen die Fasern im Gegensatz zur Leistenhaut vorwiegend Oberflächen - parallel. Die Felderhaut besteht - grob gesehen - aus übereinander liegenden Faserschichten verschiedener Dicke. Die Schichten tauschen untereinander Fasern aus, deren Verlauf dann mehr oder weniger von der Oberflächenparallele abweicht.

Das ist besonders der Fall bei :

Brust, Rücken, Bauch, Gesäß und den Streckseiten der Extremitäten.

ad 5) Auf Seite 107 sind die Regionen in der Reihenfolge ihrer Faserbündeldicke aufgeführt. Es zeigt sich, daß Regionen, die durch Biegung oder Dehnung vermehrt beansprucht sind, dünnere Fasern aufweisen als diejenigen, die eine relativ starre Unterlage bedecken. Dabei scheint eine große Dicke des Coriums auch eine große Faserdicke zu erfordern.
Die Fasermuster sind in der Hauttiefe und im Alter in der Regel deutlicher zu differenzieren, als an der Oberfläche und in der Jugend.
Die Leistenhaut bewegt sich mit ihrer Bündeldicke im ersten Drittel der Skala der Felderhautregionen.

Eine Besonderheit zeigen die Bündel an Ellenbogen und Knie, die nochmals in kleinere Bündel unterteilt sind.

ad 6) Die Faserwellung ist besonders ausgeprägt in der Haut von Abdomen
Penis

stark ausgeprägt in der Haut von:

Gesäß
Leistenbeuge
Oberschenkel-Streckseite
Knie
Unterschenkel-Beugeseite
Unterschenkel-Streckseite
Ellenbeuge
Ellenbogen
Oberarm-Beugeseite

geringer in den übrigen Regionen der Felderhaut.
Eine Faserwellung fehlt in der Leistenhaut.

Breite Bänder phasen-gleich parallel gewellter Fasern finden sich vor allem in der Lederhaut von:

Abdomen
Oberschenkel-Streckseite
Oberschenkel-Beugeseite
Unterschenkel-Streckseite
Unterarm-Streckseite
Ellenbogen
Fußrücken

Die Untersuchungen geben Hinweise auf die topischen Unterschiede der Haut. Sie können für gerichtsmedizinische Zwecke - z.B. Identifizierung von Leichenteilen, Rekonstruktion von Verletzungsmechanismen - nutzbar gemacht werden.

Literatur

1. Bjorksten J. : Aging: Present status of our chemical knowledge. J.americ.geriat.Soc 10,125 (1962)

2. Cox H.T. : The cleavage lines of skin. Brit.J.Surg. 29, 234 (1941)

3. Gans O. : Struktur der Haut auf Grund neuerer Untersuchungsmethoden. Frankfurt/M : Klostermann 1954

4. Gersh J. : Aging and groundsubstance of connective tissue. Research in aging. Veteran administration 1959

5. Gonzales T.A., Vance M., Helpern M., Umberger C.J. : Legal medicine, Pathology and Toxicology. 2nd edition, Appleton-Century-Croft 314 - 317, 1954

6. Gottron H.A., Schönfeld W. : Dermatologie und Venerologie Bd.4, Thieme Stuttgart,S.137-145 1960

7. Grassmann W. : Kollagenforschung Das Leder 12, 165 - 175 Darmstadt 1961

8. Grassmann W. : Handbuch der Gerbereichemie und Lederfabrikation. 1. Bd., 1. Teil "Die Haut" Springer-Verlag, Wien 1944

9. Gross J., Schmitt F.O. : The structure of human skin collagen as studied with the electron-microscope. J.exp.Med. 88, 555 (1948)

10. Gustavson K.H. : The nature of the cross-links in collagen and gelatine. Svensk.kem.Tidskr. 67,115 (1955b

11. Gustavson K.H. : New aspects of the molecular organisation of collagen. Journal of the americ. leather chemists association 50,239 Easton, Pa. (1955a)

12. Hegemann G. : Experimentelle Studie über die Bedeutung und die Ursache der Wundkontraktion bei der Wundheilung. Bruns Beiträge zur Klin.Chir. Heft 2, 180. Band

13. Hegemann G., Nickell, Tischler : Beobachtungen über den Wechsel in der Doppelbrechungsfähigkeit und der Trypsinresistenz kollagener Fasern beim Altern von Narbengewebe. Klin.Wchschr.1950, Heft 21/22

14. Hoepke W. : Die Haut Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen von Wilhelm Möllendorff III, 1-116, 1927 Berlin

15. Hörmann H. : Zur Frage der Quervernetzung von Kollagen. Das Leder 13, 79 (1962)

16. Jadassohn J. : Handbuch der Haut- und Geschlechtkrankheiten. Springer-Verlag Berlin-Göttingen-Heidelberg-New York,1963,1964

17. Jansen A. : Ehlers-Danlos Syndrom. Elektronenoptische Untersuchungen Arch.belg.derm 10,251 (1954)

18. Jarret A. : The structure of collagen and the elastic tissue in unprocessed skin. Brit.J.Dermat.70, 343 (1958)

19. Kamiyama Shigetaro : The injuries and the type of the causative instruments. Automobile injuries 1-10 Acta criminolog.et Med.Leg.Jap. 27,179 (1961); 28,26,80,129,152, 205 (1962); 29,62,93,129 (1963) 30,60 (1964)

20. Korting G.W. u. Gottron H.A. : Archiv of Derm. und Syph. Bd. 193,Springer-Verlag,S.14-34 1951/52

21. Küntzel A. : In: Handbuch der Gerbereichemie und Lederfabrikation. Bd. 1,Teil 1:Die Haut. Herausgegeben von W. Grassmann Springer-Verlag, Wien 1944

22. Laden E.L., Linden J.H. u. Erickson J.O. : Study of normal skin with the electron-microscope. AMA Arch.Derm Chicago 1955

23. Langer K. : Zur Anatomie und Physiologie der Haut. 1.Über die Spaltbarkeit der Cutis. Sitzungsbericht math.-nat.Klasse Kaiserl.Akademie d. Wissenschaften Wien 44/I , 19 (1861)

24. Ledoux - Corbousier M. : The elastic tissue of the skin. Arch.Belg.DermSyph. 18.Aug.Nov. 1962

25. Mancini R., Vilaro O., Stein E., Fiorini H. : Histochemical study on postnatal development of cutaneous connective tissue. Rev.Soc.Argent.Biol. 35 Aug.,Sept. 1959

26. Meissner G. : Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Haut. Leopold Voss, Leipzig 1953

27. Montagna W. : The structure and function of s
Sec.edition 1962 USA

28. Mueller B. : Kraftverkehrsunfälle,
Gerichtliche Medizin
Springer-Verlag 372-378
1958

29. Nemetschek Th. : Elektronenmikroskopische Strukt
der Haut. Interzellularsubstan
des Bindegewebes.
Arch.klin.Exp.derm. 211,35
1960

30. Nunez Alberto W. Bulbacio :
Nuevo procedimiento para investigar las lineas de tension de la piel.
La prensa med.Argent.48:3277-87
Dez.1961,Nr.52, Buenos Aires

31. Onkovich K.D. : Procollagen content in skin of animals of different age.
Doklady adad.nank.USSR Biochem.
71,521 (1950)

32. Petersohn F. : Über die regionäre Verschiedenheit der Bindegewebsstrukturen der Lederhaut, untersucht am menschlichen Neugeborenen.
Med.-Diss.Frankfurt/M (1945)

33. Pinkus H. : Die makroskopische Anatomie der Haut.
In:Handbuch der Haut und Geschlechtskrankheiten, Ergänzungswerk I/2,S. 1 ff
Herausgegeben von O.Gans u. G.K.Steigleder
Springer-Verlag Berlin-Göttinge
Heidelberg-New York 1964

34. Rich A., Crick F.H.C. : The molecular structure of collagen.
Journal.molec.Biol.3,483 (1961)

35. Risse K. : Zur Individualvarietät der Spaltlinien der menschlichen Haut.
Med.-Diss.Frankfurt/M,Aug. 1944

36. Schallock G. : New studies on collagenous and lymphoreticular tissue in skin.
Arch.Derm.u. Syph. 198

37. Shuster et al. : Senile degeneration of skin collagen.
Clin.science 25,487 (Dec.1963)

38. Siegelbauer W. : Lehrbuch der normalen Anatomie des Menschen.
4. Auflage München

39. Southwood W.F.W. : The Thickness of the Skin.
Plastic and reconstruction surgery.
May 1955, Baltimore

40. Swinburne L.M. : The identification of skin.
Med.science Lan. 3,3
(Oct.1962) London

41. Szabo G. : The regional frequency and distribution of hair follicels in human skin.
in W.Montagna and Ellis,Editors:
The Biology of Hairgrowth.
New York: Akad.Press.Inc. p.33
1958

42. Szabo D., Balo J., and Banga J. :
Über die speziellen Gesichtspunkte bei der polarisationsoptischen Untersuchung biologischer Objekte
Z.Jenaer Rundschau 3,99 (1960)

43. Stöhr jun. : Lehrbuch der Histologie. 1959

44. Thielmann B. : Untersuchungen über die Spaltbarkeitsrichtungen der Haut.
Med.Diss. Erlangen 1965

45. Verzar F. : Molekulare Veränderungen des Kollagens beim Altern und bei Erkrankungen. Schweizer Med.Wchschr.93.Jg.1963

46. Verzar F. : Nachweis der Zunahme der Bindungen des Hydroxyprolins im Kollagen mit dem Alter. Gerontologia (Basel)4,119 (1960)

47. Verzar F. : Die Struktur der Sehnenfasern Acta anat. 33,215 (1958)

48. Weinig E. u. Zink P. : Über mechanische Eigenschaften der menschlichen Leichenhaut. Dtsch.Z.ges.gerichtl.Med.1967 (im Druck)

49. Wolf J. : Das Oberflächenrelief der menschlichen Haut. Zeitschr. f. mikroskopisch-anat. Forschung 47,351 (1940) Prag

50. Wechsler H.L., Fischer E.R. : Archiv of Pathology. June 1964

51. Zink P. : Methoden zur Bestimmung der mechanischen Eigenschaften der menschlichen Leichenhaut. Diss.naturwissenschaftl. Fakultä Erlangen 1964

52. Zink P. : Methoden zur Bestimmung der mechanischen Eigenschaften der menschlichen Leichenhaut. Dtsch.Z.ges.gerichtl.Med. 56.349 (1965)

53. Zink P. : Über die mechanischen Eigenschaf der menschlichen Leichenhaut. Med.Diss Erlangen 1965

Herrn Prof. Dr. Dr. E. W e i n i g möchte ich danken für die freundliche Bereitstellung eines Arbeitsplatzes an seinem Institut;

Für die Überlassung des Themas und die bereitwillige Unterstützung bei der Fertigstellung der Arbeit danke ich Herrn Prof. Dr. Gg. S c h m i d t herzlich;

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft danke ich für die Gewährung einer Sachbeihilfe (Polarisationsmikroskop).

Lebenslauf

Am 13. Juli 1939 bin ich als Sohn des Ingenieurs Heinrich H u k und seiner Ehefrau Ernestine Huk, geb. Mertin, in Groß - Priesen/Sudtld., geboren. Nach vier Jahren Volkschule besuchte ich das Hum. Gymnasium in Kirchheim/Teck, Lübeck und Erlangen, wo ich 1958 die Reifeprüfung ablegte. Nach zwei Semestern Elektrotechnik an der TH München studierte ich - einer wachsenden Neigung folgend - Medizin in Erlangen und Hamburg. 1965 bestand ich in Erlangen die ärztliche Prüfung. Seitdem war ich als Medizinalassistent in Nordhorn, Frankfurt/M und Buchloe.

BUCH- UND FOTODRUCK
LUDWIG MÜLLER
ERLANGEN · FAHRSTR. 5